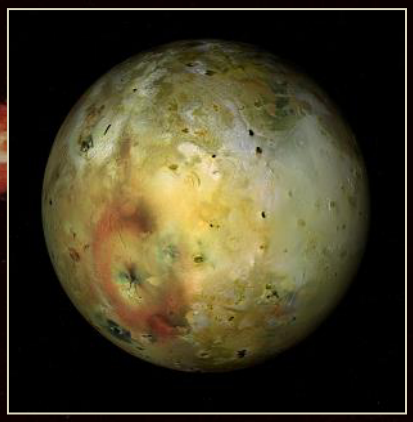
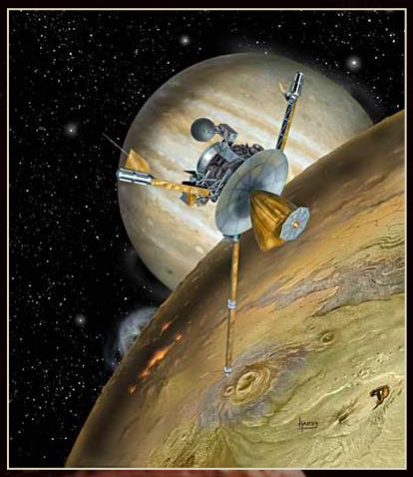
CAPSULA ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio

Nº 67 - 2021





Satélites Galileanos

Historia
Naves de estudio
Calisto
Europa
Ganimedes
Io

Estimados lectores

En esta oportunidad, veremos los satélites de mayor tamaño que posee Júpiter, el planeta más grande del Sistema Solar, descubiertos por el gran astrónomo Galileo Galilei y que se pueden observar con binoculares o pequeños telescopios, aquí veremos las hermosas fotografías que han tomado de cerca las naves espaciales y parte de los estudios que se les hicieron. Disfruten de este viaje espectacular.

Usted puede colaborar con la revista para la creación de contenidos a través de los botones de donación que posee el Blog.

Muchas gracias

Biagi, Juan

Contacto

https://capsula-espacial.blogspot.com

https://www.instagram.com/capsula_espacial/

r.capsula.espacial@gmail.com

Portada Montaje fotográfico de Júpiter y los satélites Galileanos por sonda Voyager (NASA/JPL).

Contenido

Descubrimiento

Simón Marius

Galileo Galilei

Naves de estudio

Misiones Pioneer 10 y 11

Misiones Voyager I y II

Misión Galileo

Misión Cassini-Huygens

Misión New Horizons

Misión Juno

Observaciones por el Hubble Space Telescope

Calisto

Europa

Ganímedes

Io

Descubrimiento

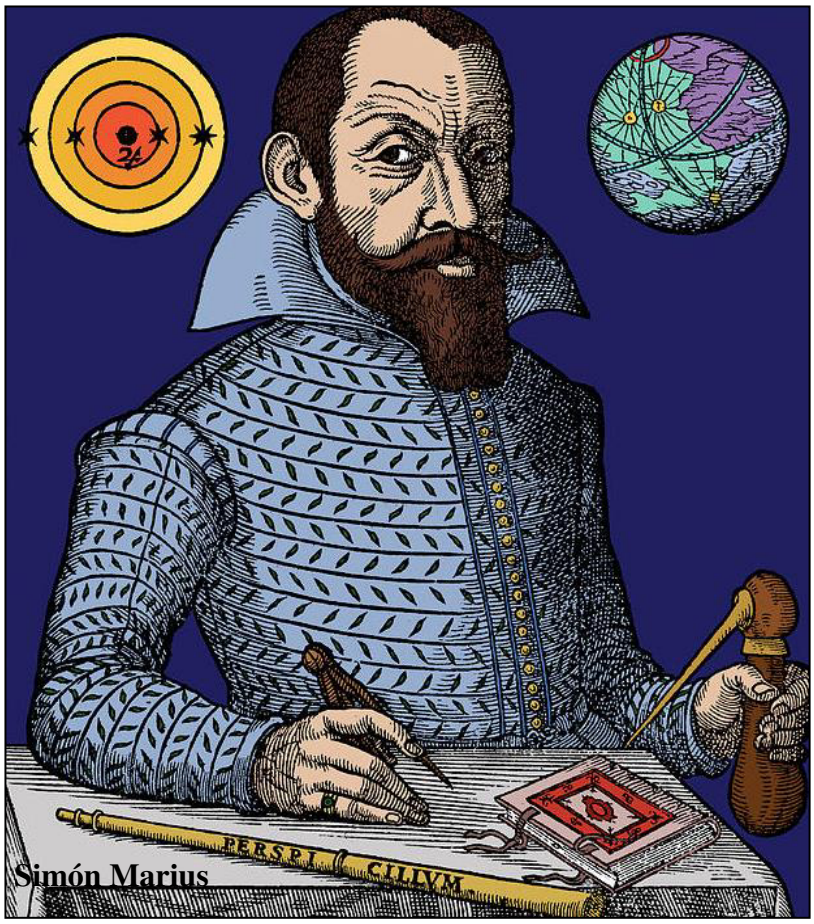
Simón Marius

En 1609, el astrónomo alemán, Simón Marius, publicó las primeras traducciones alemanas de los Elementos de Euclides, ese año, también construye su propio telescopio y en noviembre de 1609 hace observaciones de las lunas que rodean a Júpiter, un poco antes que el propio Galileo, lo que se convierte en la fuente de una gran disputa entre los dos.

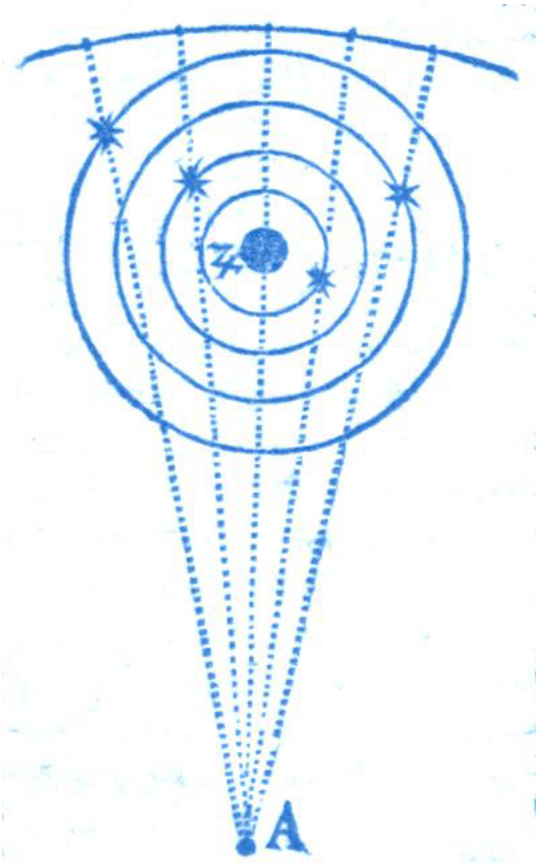
En 1614, Marius publica su trabajo "Mundus Iovialis" describiendo el planeta Júpiter y sus lunas (previamente había publicado el descubrimiento en 1611 en un almanaque local) afirmando haber descubierto las cuatro lunas principales del planeta aproximadamente un mes antes que Galileo Galilei, quien naturalmente estaba indignado, quien en 1623 en el libro "Il Saggiatore", acusa a Marius de plagio.

La reputación de Simón Marius estuvo manchada por las acusaciones de Galileo Galilei. Sin embargo, un jurado en los Países Bajos en 1903 examina la evidencia extensamente y falla a favor de los descubrimientos independientes de Marius, con resultados publicados por Boscha en 1907, aparentemente, Marius descubrió las lunas de forma independiente, pero no comenzó a tomar notas hasta el 29-12-1609, por otra parte, Marius usó el calendario juliano, y esa fecha es equivalente al 8-01-1610 en el calendario gregoriano utilizado por Galileo Galilei (un día después de la carta de Galileo Galilei en la que describió por primera vez las lunas).

Independientemente de la prioridad, los nombres mitológicos por los que se conocen estos satélites actualmente (Callisto, Io, Europa y Ganimedes) son los que les dio Simón Marius.



Simón Marius

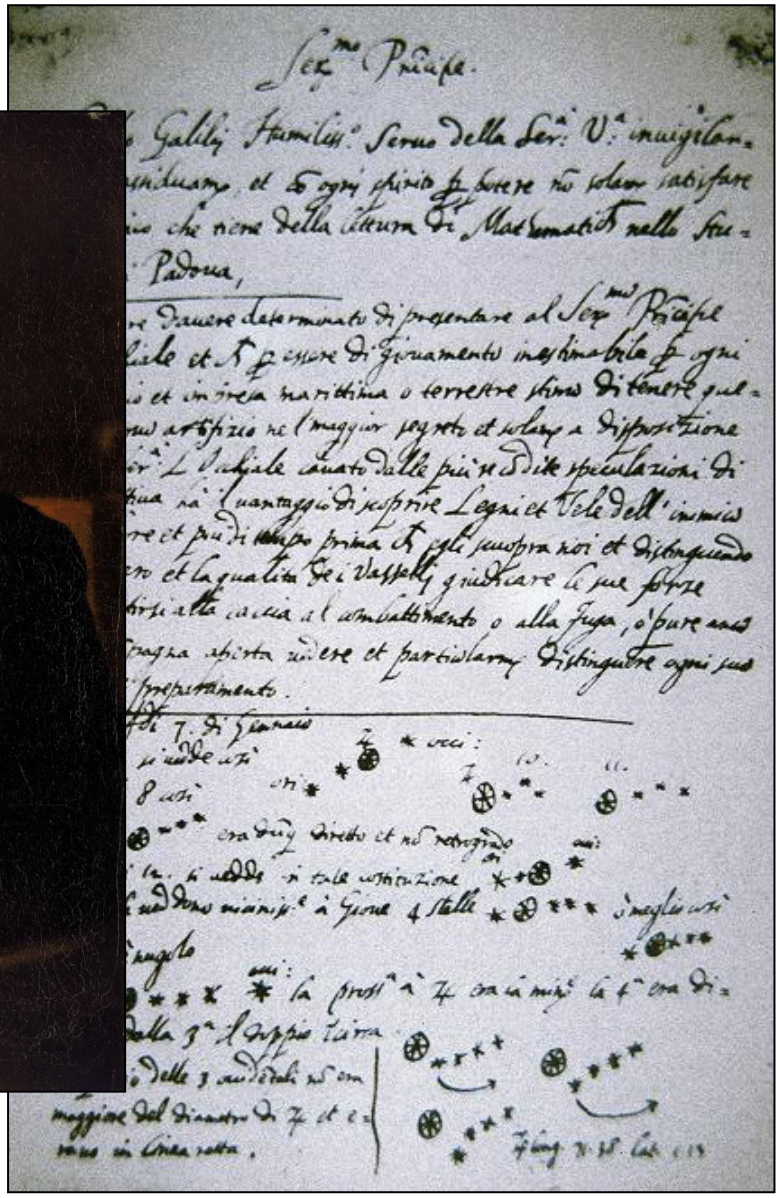


Galileo Galilei

Galileo Galilei observó con su telescopio por primera vez las lunas de Júpiter el 7-01-1610, en un principio pensó que se trataba de tres estrellas cercanas a Júpiter, que formaban una línea que atravesaba el planeta; la siguiente noche, estas estrellas parecían haberse movido en la dirección errónea, lo que llamó su atención, continuó observando a estas estrellas y a Júpiter durante la siguiente semana.

El 11-01-1610 apareció una cuarta estrella (que sería Ganimedes) luego de una semana, Galileo había observado que las cuatro estrellas nunca abandonaban la vecindad de Júpiter y parecían moverse con el planeta, cambiando su posición respecto a las otras y a Júpiter; finalmente, determinó que lo que había estado observando no eran estrellas, sino cuerpos planetarios que estaban en órbita alrededor de Júpiter.

Galileo Galilei

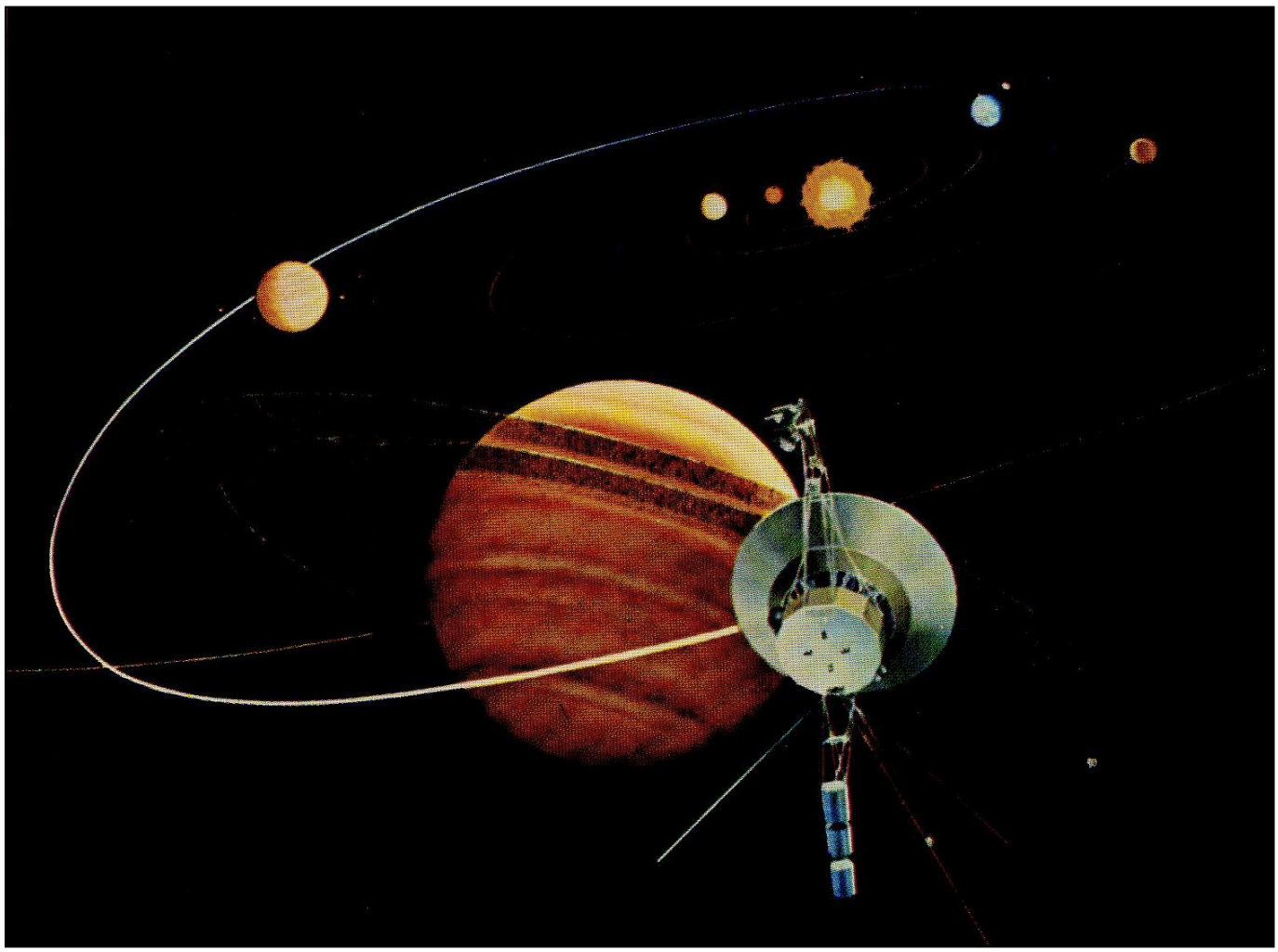


Naves de estudio

Misiones Pioneer 10 y 11

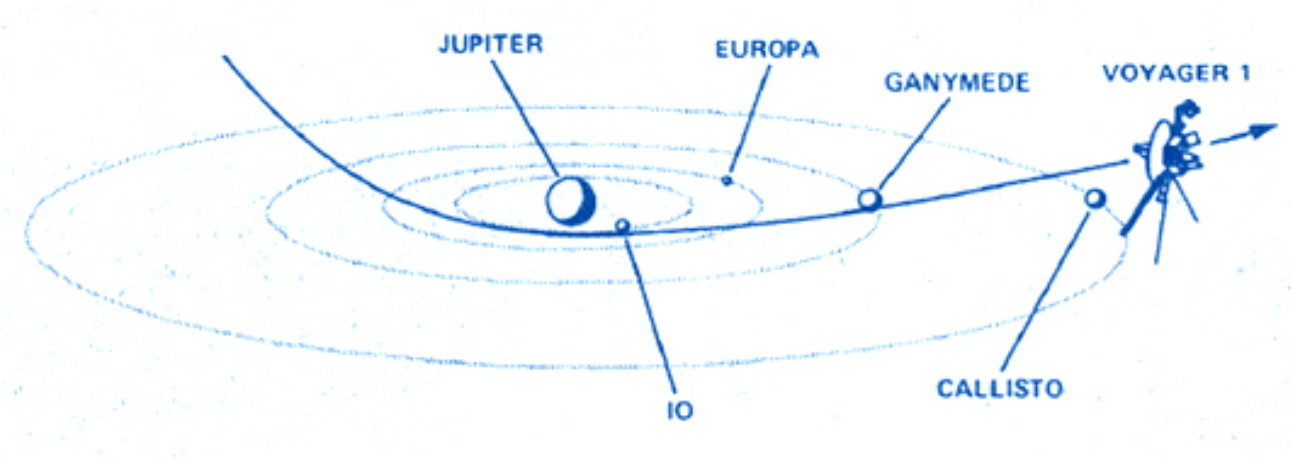
Las primeras naves en orbitar Júpiter y sus satélites fueron las sondas gemelas Pioneer 10 y Pioneer 11; la trayectoria de la sonda Pioneer 10 la llevó a lo largo del ecuador magnético de Júpiter, donde se concentraba la radiación iónica; a partir del 3-12-1973, la radiación alrededor de Júpiter provocó que se generaran comandos falsos, la mayoría de estos se corrigieron mediante comandos de contingencia, pero se perdieron imágenes de Io y algunas imágenes del planeta. Sin embargo se lograron obtener fotografías de Ganimedes y Europa; Ganímedes mostró características de albedo bajo en el centro y cerca del polo S, mientras que el polo N parecía más brillante, Europa estaba demasiado lejos para obtener una imagen detallada, aunque eran evidentes algunas características de su albedo; se eligió la trayectoria del Pioneer 10 para situarlo detrás de Io, permitiendo medir el efecto refractivo de su atmósfera en las transmisiones de radio, demostrando que su ionosfera estaba a unos 700 Km de altura en el lado iluminado, y la densidad oscilaba entre 60000 electrones/cm^3 en el hemisferio diurno y 9000 en el hemisferio nocturno; un descubrimiento inesperado fue que Io estaba en órbita dentro de una nube de Hidrógeno de 805000 x 402000 Km; se cree que se ha detectado una nube más pequeña de 110000 Km cerca de Europa.

A finales de 1974, la sonda Pioneer 11 sobrevoló Júpiter y obtuvo imágenes detalladas de la Gran Mancha Roja y transmitió las primeras imágenes de las regiones polares del planeta, y pudo determinar la masa de Callisto.

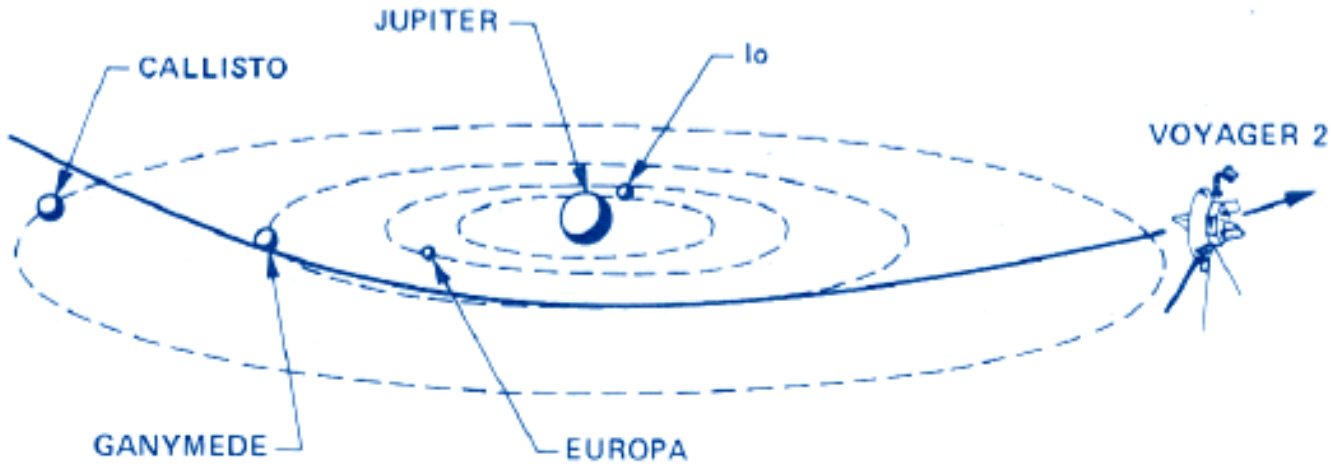


Misiones Voyager 1 y 2

En 1977 son lanzadas las sondas Voyager 1 y 2 en un periplo que las llevaría por varios planetas del Sistema Solar (Voyager 1 – Júpiter, Saturno) (Voyager 2 – Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno) las trayectorias de las naves aprovecharon la rotación sincrónica de los satélites y sus posiciones rápidamente cambiantes para optimizar la cobertura fotográfica de sus superficies, la sonda Voyager 1 comienza a fotografiar Júpiter en enero de 1979, en un intervalo de tiempo de alrededor de 30 hrs, tomó fotografías de la cara exterior de Io sobrevolando su Polo S, el descubrimiento de actividad volcánica en la luna Io fue probablemente la mayor sorpresa, siendo la primera vez que se veían volcanes activos en otro cuerpo del Sistema Solar, luego continuó para pasar cerca de Ganimedes y Callisto, observando sus hemisferios enfrentados a Júpiter, sobrevolando altas latitudes de modo que se pudieran examinar los respectivos Polos N.



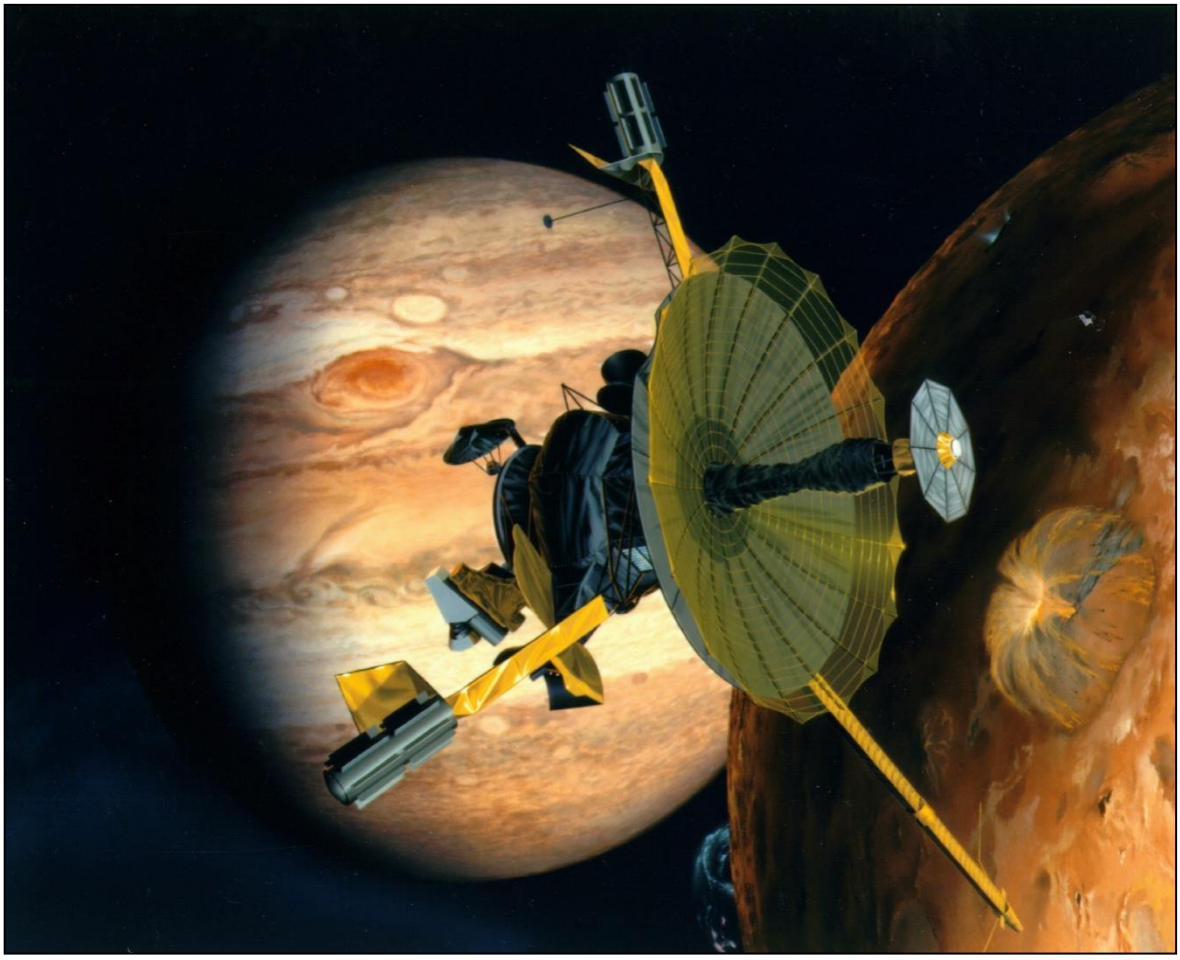
La sonda Voyager 2 encuentra a las lunas Callisto y Ganímedes antes de alcanzar a Júpiter pudiendo fotografiar sus respectivos hemisferios exteriores, opuestos al planeta, y ver la región polar meridional de Ganimedes, como resultado, se cubrió el 80 % de las superficies de Ganimedes y Callisto con una resolución igual o superior a 5 Km (La resolución se define como la anchura de dos líneas de barrido de TV) el 9-9-1979, toma fotografías detalladas de Europa.



Misión Galileo

El 18-10-1989 se lanzaba la sonda Galileo, luego de sobrevuelos de asistencia gravitacional de Venus y Tierra, el 07-12-1995 se convertía en la primera nave en orbitar Júpiter; llevaba una sonda de reentrada atmosférica, registró la composición atmosférica del planeta; volcanes, nubes de amoníaco y plasma en Io, y sus interacciones con la atmósfera de Júpiter; los datos recopilados respaldaron la teoría de un océano líquido bajo la superficie helada de Europa e indicios de capas similares de agua salada líquida bajo las superficies de Ganimedes y Callisto, demostró que Ganímedes posee campo magnético y encontró nueva evidencia de exosferas alrededor de Europa, Ganímedes y Callisto.

Después de concluir la misión principal el 7-12-1997, la sonda inició una misión extendida conocida como GEM (Galileo Europa Mission), que duró hasta el 31-12-1999, realizando varios sobrevuelos de Europa, Callisto e Io; la nave recopiló dos días de datos en lugar de los siete que había recopilado durante la misión principal; el ambiente de radiación cercano a Io, que Galileo sobrevoló el 26-11-1999 a 200 Km de altura, no era apto para los sistemas de la sonda, por lo que estos sobrevuelos se guardaron para la misión extendida; cuando terminó GEM, la mayor parte de la sonda operaba mucho más allá de sus especificaciones de diseño originales, habiendo absorbido tres veces la exposición a la radiación para la que había sido construida; muchos de sus instrumentos dejaron de funcionar al máximo rendimiento, pero seguían funcionando, por lo que se autorizó una extensión, denominada GMM (Galileo Millennium Mission) que incluyó sobrevuelos de Europa, Io, Ganímedes y Callisto, y por primera vez Amaltea, con esta extensión se pretendía que se mantuviera hasta marzo de 2001, pero posteriormente fue ampliada hasta enero de 2003.

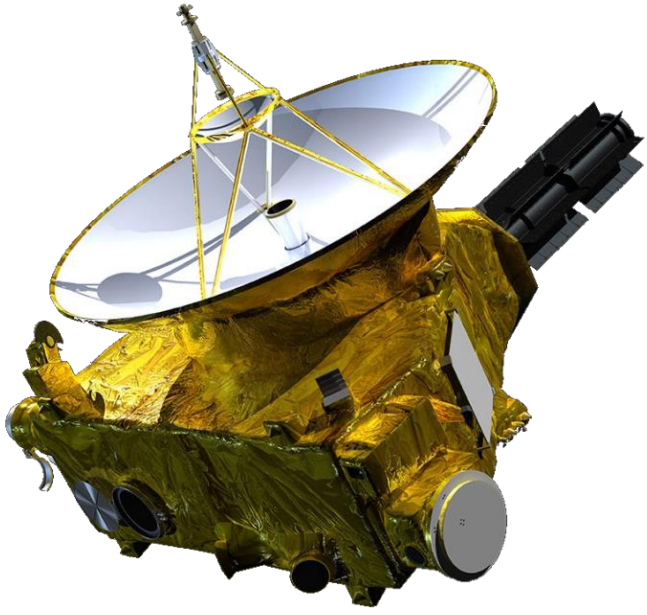


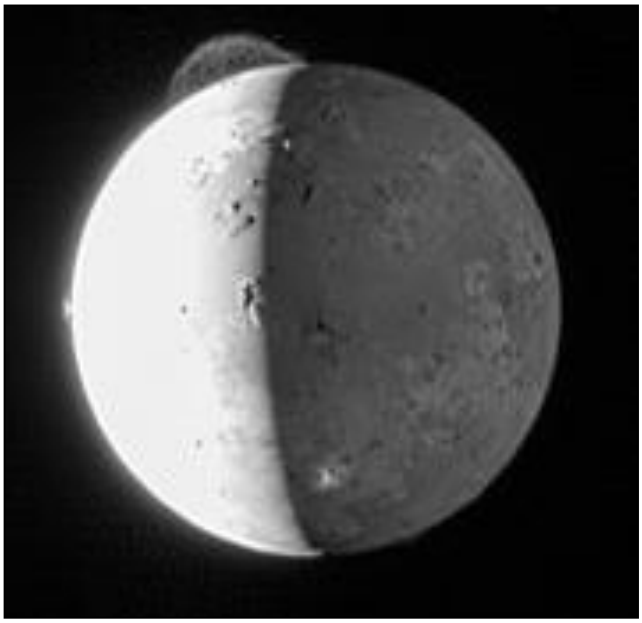
Misión Cassini-Huygens

El Espectrómetro de Cartografía Visual e IR (VIMS) a bordo de la sonda Cassini-Huygens observó los satélites galileanos durante los años 2000/2001 en su paso por Júpiter, durante una calibración que se hizo al instrumento para un mejor estudio del sistema de Saturno; VIMS proporcionó información sobre la composición y temperatura de sus superficies, la nave sobrevoló al sistema joviano a unos 9 millones de Km, en un ángulo menor a 90°, dando como resultado, solo observaciones de sub-píxeles, el instrumento VIMS también realizó observaciones en la zona visible del espectro y en varios ángulos; el tratamiento de estos datos se presentó como un ejemplo del proceso de reducción, calibración y análisis de datos, y proporcionó una explicación detallada del proceso de calibración aplicado a los datos de Júpiter.

Misión New Horizons

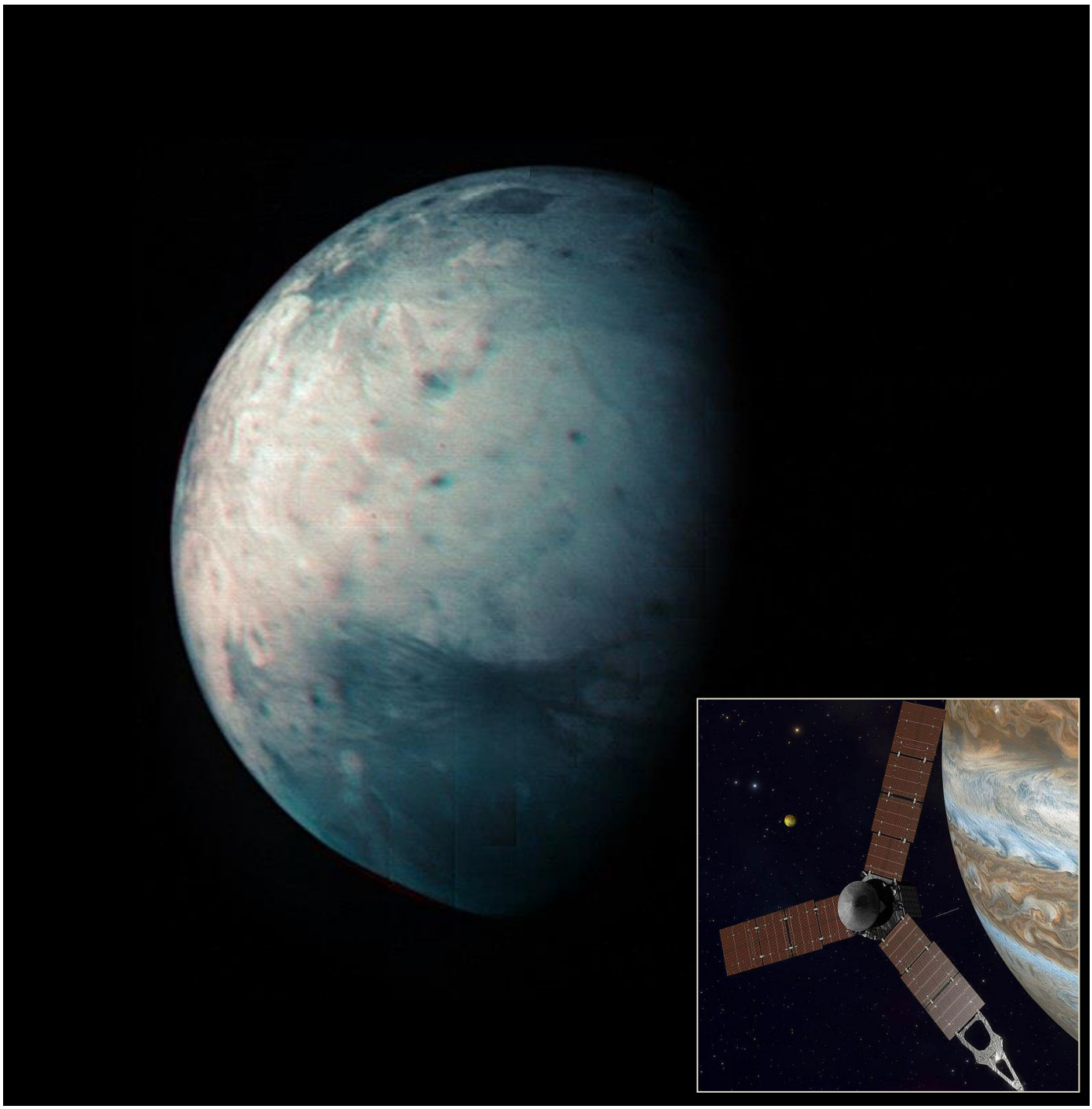
En su viaje al planeta Plutón, la sonda New Horizons pasa cerca de Júpiter en 2007, la trayectoria necesaria de la maniobra asistida por gravedad significó que New Horizons pasó a millones de Km de cualquiera de las lunas galileanas, aún así, sus instrumentos estaban destinados a objetivos pequeños y tenues, siendo científicamente útiles en lunas grandes y distantes; se hizo hincapié en Io, de 11 erupciones observadas, 3 se vieron por primera vez; la erupción del Volcán Tvashtar alcanzó una altitud de hasta 330 Km, el evento dio a los científicos una mirada sin precedentes de la estructura y el movimiento de la columna ascendente y su posterior caída a la superficie, se observaron firmas IR de otros 36 volcanes, la superficie de Callisto se analizó con el instrumento LEISA, revelando cómo la iluminación y las condiciones de visualización afectan las lecturas del espectro IR de su hielo de agua superficial.





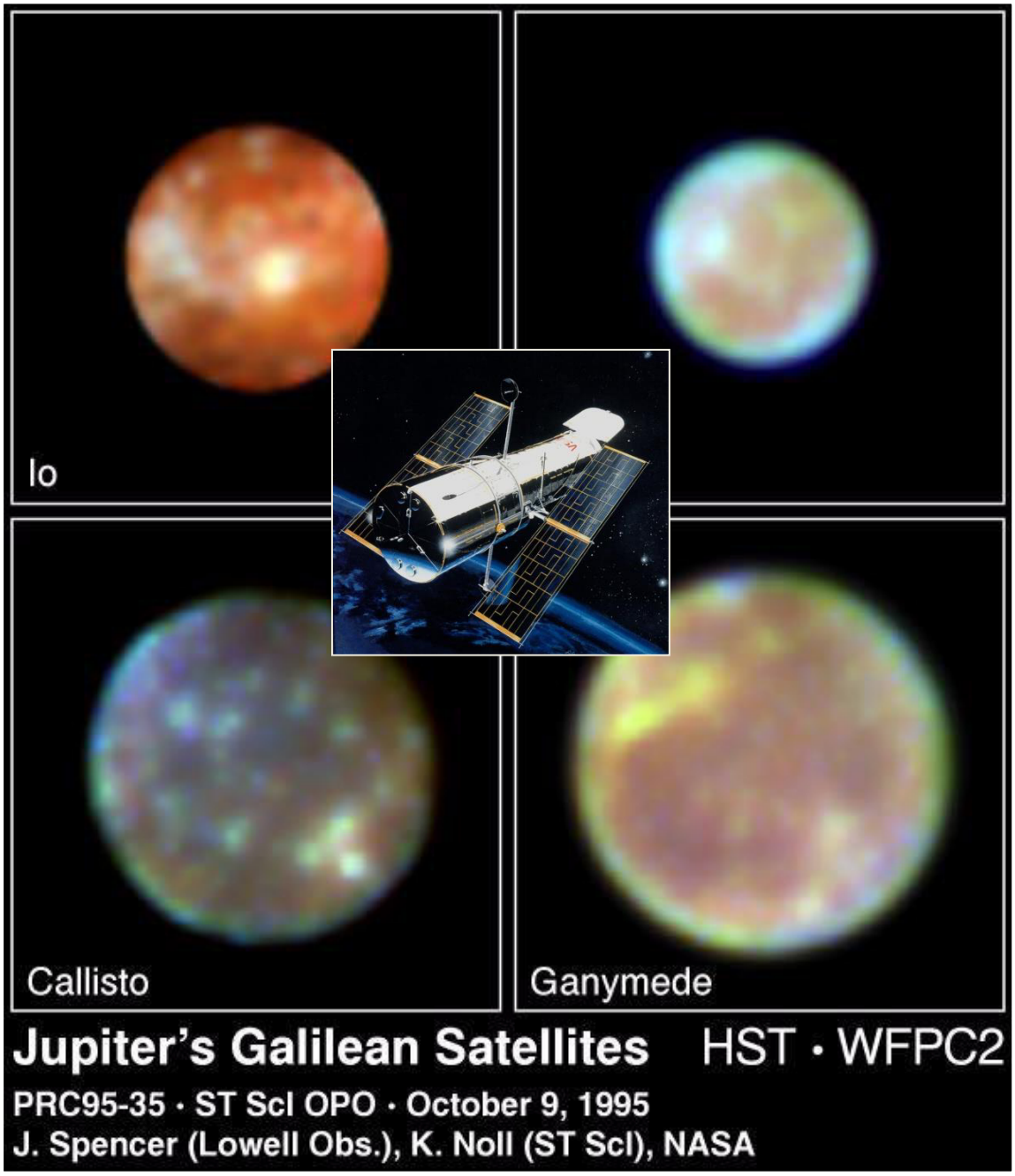
Misión Juno

Lanzada el 05-08-2011, llega a Júpiter el 05-06-2016 para realizar varios sobrevuelos del planeta gigante, en enero de 2021, la NASA extiende las operaciones de la misión hasta septiembre de 2025, fase en la que la nave comienza a estudiar las lunas Europa, Ganímedes e Io, un sobrevuelo de Ganímedes ocurrió el 7-06-2021, a una distancia de 1038 Km; se espera que ocurra un sobrevuelo a una distancia de 320 Km de Europa a fines de 2022 y finalmente, la nave está programada para realizar dos sobrevuelos a una distancia de 1500 Km de Io en 2024.



Hubble Space Telescope (HST)

Desde nuestro planeta las lunas galileanas son tan pequeñas que, a la luz visible, aparecen como discos difusos en los telescopios más potentes, desde el espacio como el Hubble Space Telescope puede resolver detalles de la superficie vistos anteriormente solo por la naves, si bien las Voyager proporcionaron instantáneas de primer plano de los satélites, el HST puede seguir los cambios en las lunas y revelar otras características en longitudes de onda UV e IR cercano, durante 1997, descubrió una nueva actividad volcánica en la superficie de Io, encontró una débil atmósfera de Oxígeno en Europa e identificó ozono en la superficie de Ganímedes, también, observaciones en UV del satélite Calisto mostraron la presencia de hielo en la superficie que podían indicar impactos de micrometeoritos y partículas cargadas de la magnetosfera de Júpiter.

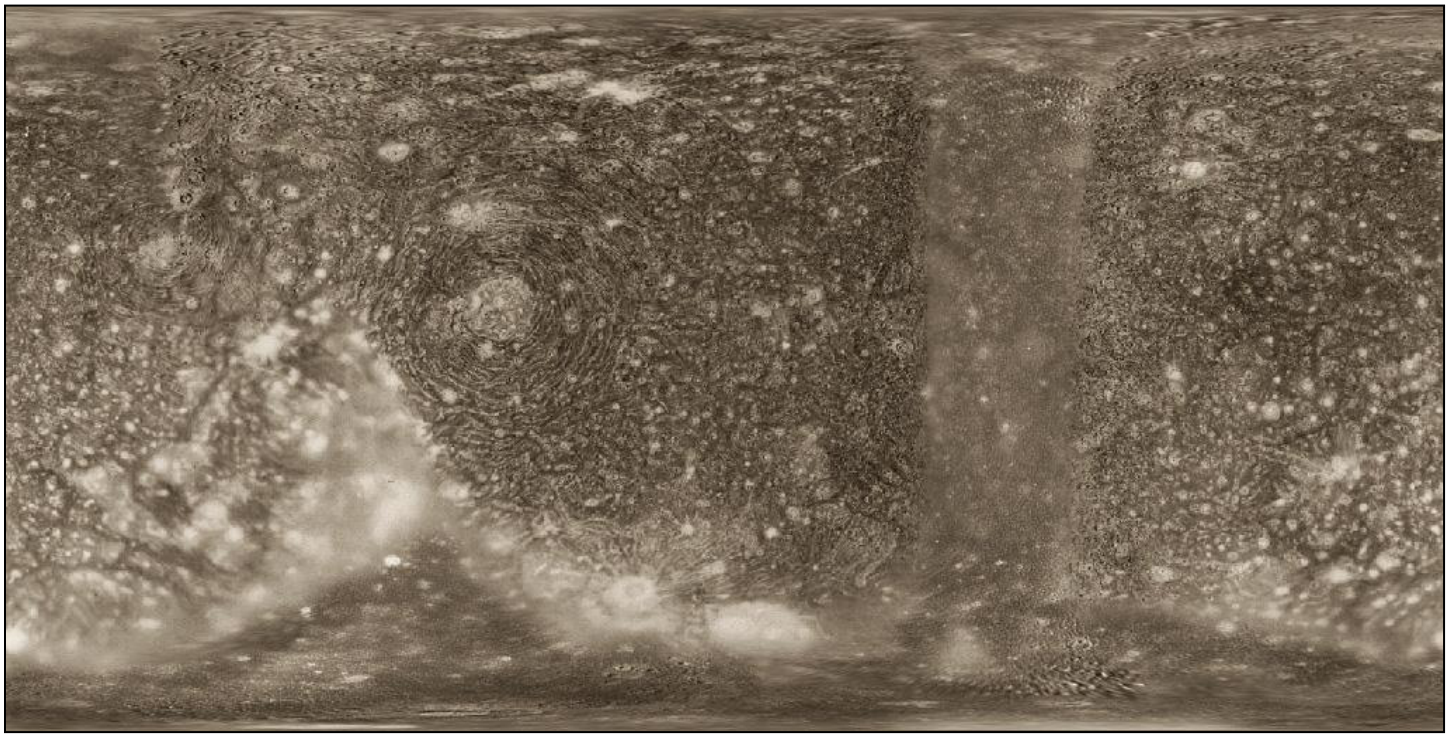


CAPSULA ESPACIAL
Aviación
Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 41 - 2019
Aventurer de los cielos
Nº 18 - 2019
VISITENOS
CAPSULA-ESPACIAL.BLOGSPOT.COM

Callisto

Características generales

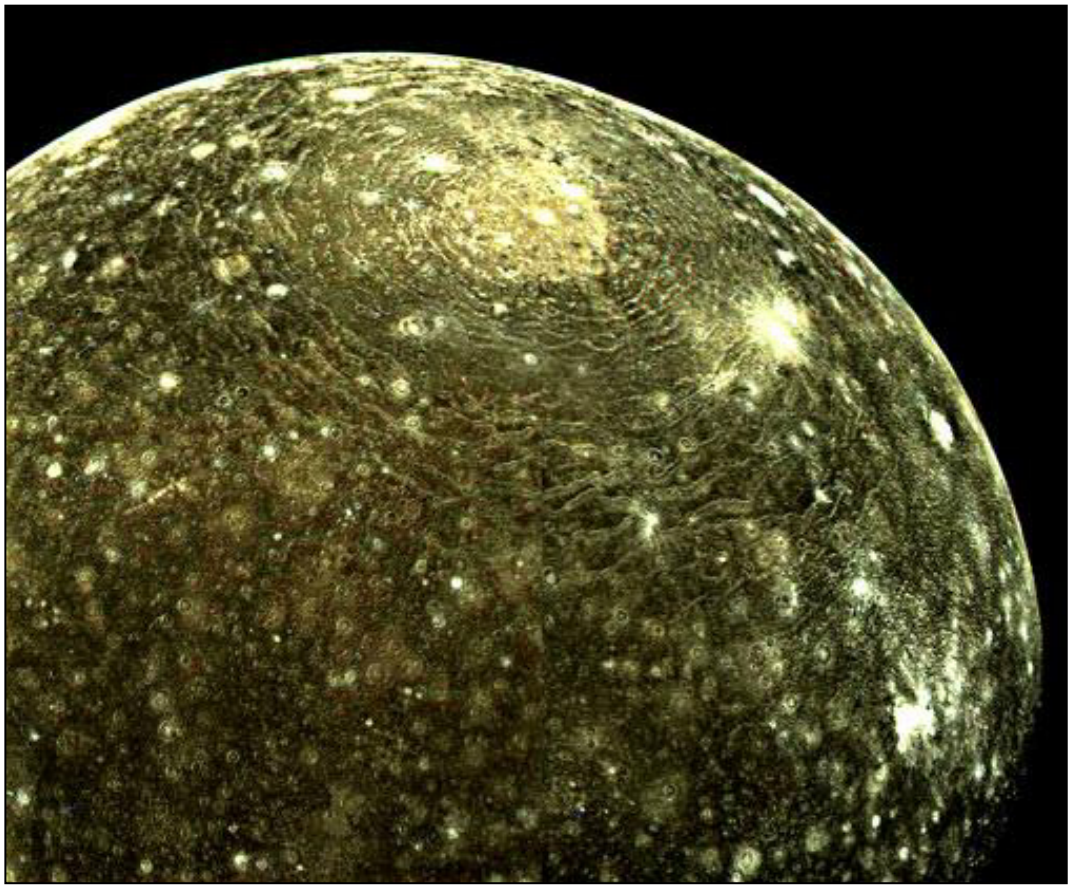
Distancia media a Júpiter	**1884000 Km**
Diámetro	**4821 Km**
Periapsis	**1869000 Km**
Apoapsis	**1897000 Km**
Semieje mayor	**1882700 Km**
Excentricidad	**0,0074**
Periodo orbital	**16 días**
Velocidad orbital media	**8,204 Km/s**
Inclinación	**2.017 ° (a la eclíptica)**
Área de superficie	**0,143 Tierra**
Volumen	**0,0541 Tierra**
Masa	**0.018 Tierra**
Densidad media	**1,8344 ± 0,0034 g/cm^3**
Gravedad superficial	**0,126 G**
Velocidad de escape	**2440 Km/s**
Período de rotación	**Sincrónico**
Albedo	**0,22**
Presión superficial	**0,75 µPa (7,40 × 10 $^{-12}$ atm)**



Esta luna joviana lleva el nombre de una de las muchas amantes u otras parejas sexuales de Zeus en la mitología griega, Calisto era una ninfa (o, según algunas fuentes, la hija de Lycaon) que estaba asociada con la diosa de la caza Artemisa, el nombre fue sugerido por Simón Marius; poco después del descubrimiento; Marius atribuyó la sugerencia a Johannes Kepler.

Posee una atmósfera muy tenue, compuesta de dióxido de Carbono, detectado por el Espectrómetro de Mapeo de IR Cercano (NIMS) de la sonda Galileo a partir de su característica de absorción cerca de la longitud de onda de 4,2 micrómetros; se estima que la presión superficial es de 7,5 pico bar (0,75 μPa) y la densidad de partículas 4×10^{8} cm^{-3}. Debido a que una atmósfera tan fina se perdería en solo unos 4 días, debe reponerse constantemente, posiblemente mediante la sublimación lenta del hielo de dióxido de Carbono de su corteza helada, lo que sería compatible con la hipótesis de sublimación/degradación para la formación de las protuberancias superficiales.

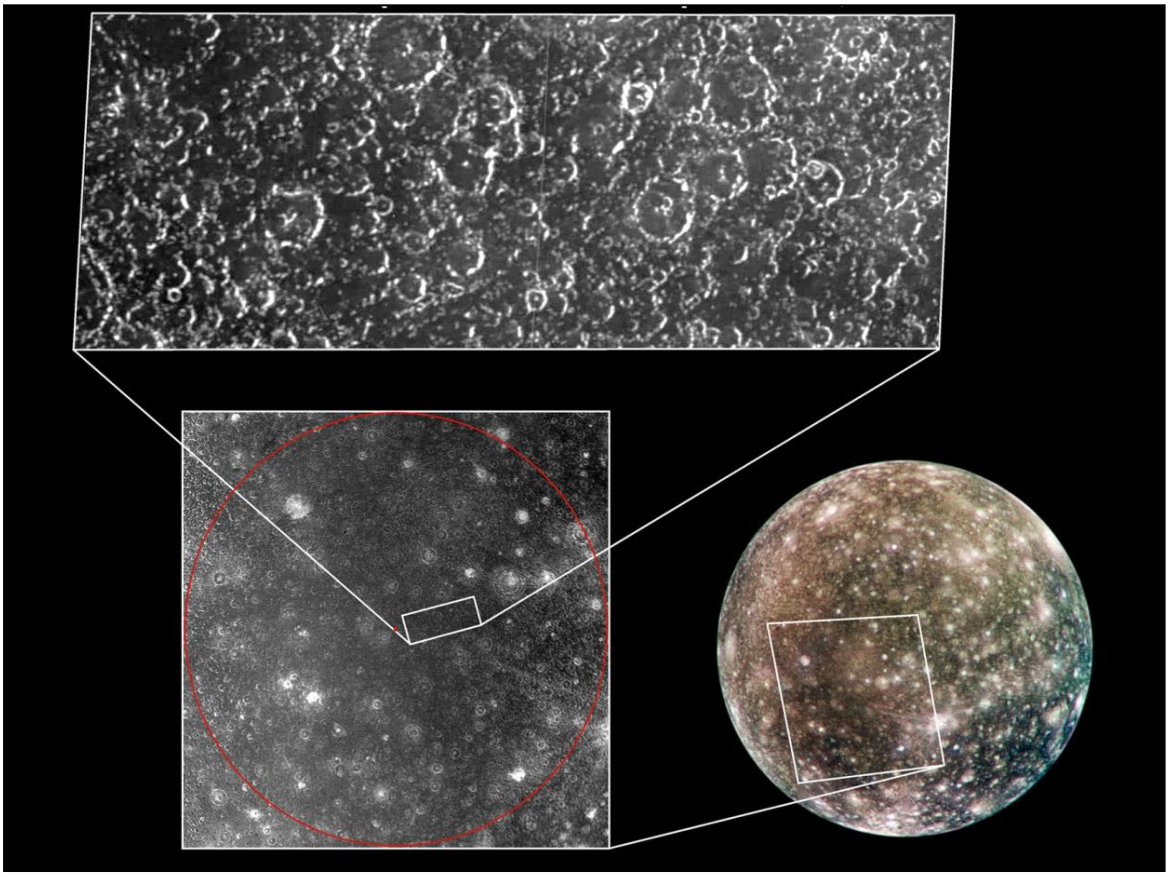
La ionosfera se detectó por primera vez durante los sobrevuelos de la sonda Galileo; su alta densidad de electrones no puede explicarse por la fotoionización del dióxido de Carbono atmosférico solo, se sospecha que la atmósfera en realidad está dominada por Oxígeno molecular (cantidades de 10-100 veces mayores que el Carbono)



No se ha detectado Oxígeno directamente en la atmósfera, observaciones con el Hubble colocaron un límite superior a su posible concentración en la atmósfera, basado en la falta de detección, que aún es compatible con las mediciones ionosféricas; al mismo tiempo, el Telescopio Espacial pudo detectar Oxígeno condensado atrapado en la superficie; también se ha detectado Hidrógeno atómico en la atmósfera a través de un análisis reciente de los datos del Hubble en 2001. Las imágenes espectrales tomadas el 15 y 24-12-2001 fueron reexaminadas, revelando una débil señal de luz dispersa que indica una corona de Hidrógeno, que es dos veces mayor cuando se observa el hemisferio delantero, esta asimetría puede tener su origen en una abundancia de Hidrógeno diferente en los hemisferios anterior y posterior.

Es la más externa de las cuatro lunas galileanas de Júpiter, orbita a una distancia de aproximadamente 1880000 Km del planeta, como resultado de esta órbita relativamente distante, no participa en la resonancia de movimiento medio (en la que están bloqueados los tres satélites galileanos internos) y probablemente nunca lo haya hecho.

Como la mayoría de las otras lunas planetarias regulares, la rotación está bloqueada para ser sincrónica con su órbita, la duración del día de Callisto, simultáneamente su período orbital, es de aproximadamente 16,7 días terrestres, su órbita es muy ligeramente excéntrica e inclinada hacia el ecuador joviano, con la excentricidad y la inclinación cambiando cuasi-periódicamente debido a las perturbaciones gravitacionales solares y planetarias en una escala de tiempo de siglos, estas variaciones orbitales provocan la inclinación axial (el ángulo entre los ejes de rotación y orbital) que varía entre 0,4 y 1,6°.

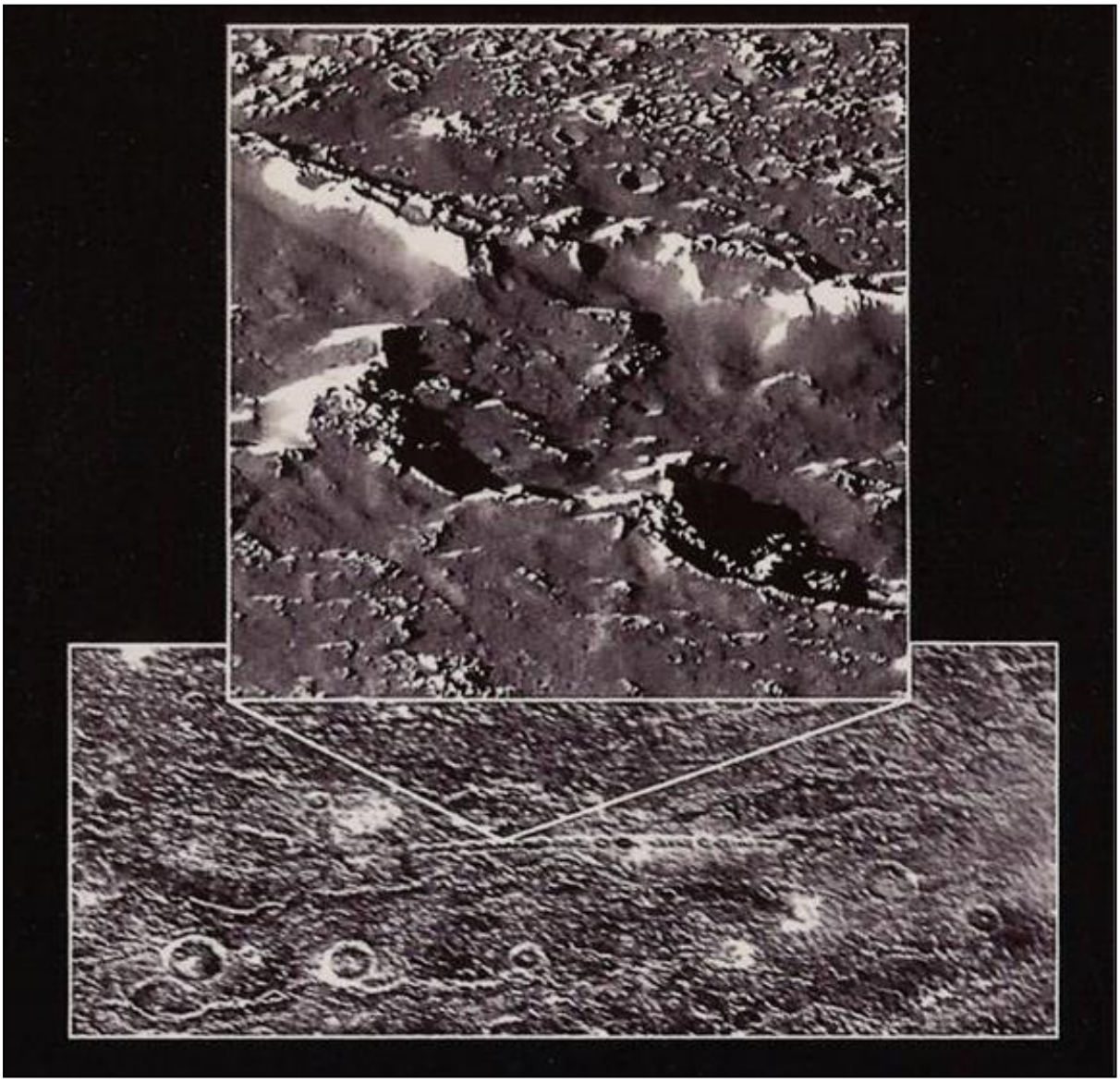


El aislamiento dinámico de Callisto significa que nunca se ha calentado de manera apreciable por las mareas, lo que tiene importantes consecuencias para su estructura interna y evolución, su distancia de Júpiter también significa que el flujo de partículas cargadas de la magnetosfera de Júpiter en su superficie es relativamente bajo, por lo tanto, la irradiación de partículas cargadas ha tenido un efecto relativamente menor, el nivel de radiación en la superficie es equivalente a una dosis de aproximadamente 0,01 rem por día (más de 10 veces mayor que la radiación de fondo promedio de la Tierra).

La densidad media de Callisto es de 1,83 g/cm^3, sugiere una composición de partes iguales de material rocoso y hielo de H_2O, con algunos hielos volátiles adicionales como el amoniaco, la fracción de masa de los hielos es 49-55%, no se conoce la composición exacta del componente de roca, pero probablemente se acerque a la composición de las condritas ordinarias de tipo L/LL, que se caracterizan por tener menos Hierro, menos Hierro metálico y más óxido de Hierro que las condritas de tipo H, la relación en peso de Hierro a Silicio es de 0,9 a 1,3; mientras que la relación solar es de alrededor de 1:8.

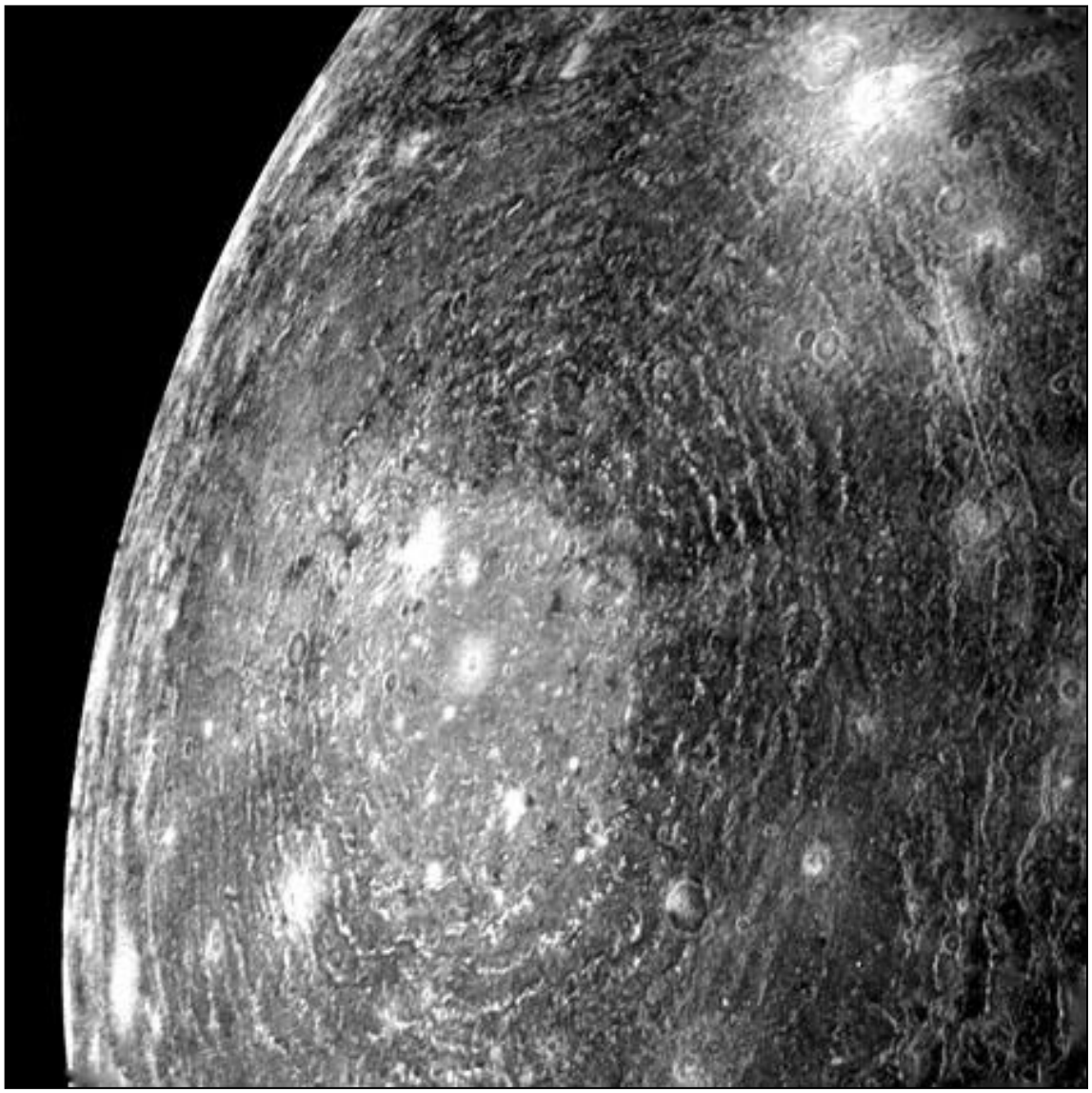
La superficie de Callisto tiene un albedo de alrededor del 20%, se cree que la composición de su superficie es muy similar a su composición en su conjunto, la espectroscopia de IR cercano ha revelado la presencia de bandas de absorción de hielo de H_2O en longitudes de onda de 1.04; 1.25; 1.5; 2 y 3 micrómetros, el hielo de H_2O parece ser omnipresente en la superficie, con una fracción de masa del 25-50%; el análisis de alta resolución en espectros IR cercano y UV obtenidos por la sonda Galileo y desde la Tierra ha revelado diversos materiales que contienen silicatos hidratados, dióxido de Carbono , dióxido de Azufre, amoníaco y es posible que tenga diversos compuestos orgánicos, datos espectrales indican que la superficie es extremadamente heterogénea a pequeña escala, zonas brillantes de hielo de H_2O pura se entremezclan con zonas de una mezcla de roca/hielo y con áreas oscuras extendidas hechas de un material que no es hielo.

Su superficie de es asimétrica, el hemisferio anterior es más oscuro que el posterior, el hemisferio posterior de parece estar enriquecido en dióxido de Carbono, mientras que el hemisferio anterior tiene más dióxido de Azufre, cráteres de impacto jóvenes muestran enriquecimiento en dióxido de Carbono; en general, la composición química de la superficie, especialmente en las áreas oscuras, puede ser cercana a la que se observa en los asteroides de tipo D, cuyas superficies están hechas de material carbonoso.



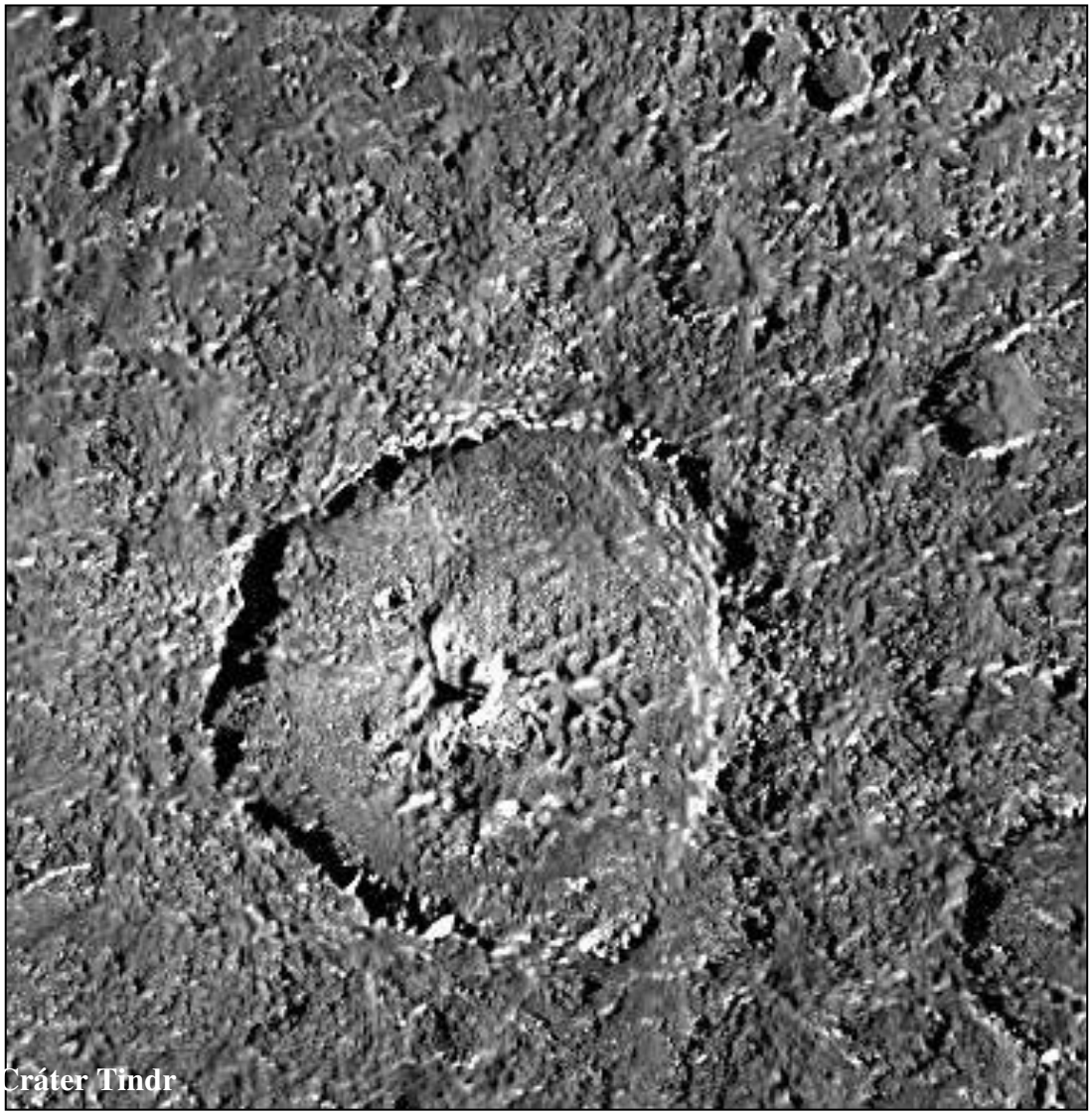
La geología a gran escala es relativamente simple; no existen grandes montañas, volcanes u otras características tectónicas endógenas, los cráteres de impacto y las estructuras de múltiples anillos, junto con las fracturas, escarpados y depósitos asociados, son las únicas características que se encuentran en la superficie.

La superficie se puede dividir en varias partes geológicamente diferentes, llanuras craterizadas, llanuras claras, llanuras lisas brillantes/oscuras, y varias unidades asociadas con estructuras particulares de múltiples anillos y cráteres de impacto; las llanuras craterizadas constituyen la mayor parte de la superficie y representan la antigua litosfera (mezcla de hielo y material rocoso) las llanuras claras incluyen cráteres de impacto brillantes, así como los restos borrados de viejos cráteres grandes llamados palimpsestos, las partes centrales de estructuras de anillos múltiples y zonas aisladas en las llanuras llenas de cráteres (se cree que estas llanuras son depósitos de impacto helados) las llanuras suaves y brillantes constituyen una pequeña parte de la superficie y se encuentran en las zonas de crestas y depresiones de las formaciones Valhalla y Asgard, y como puntos aislados en las llanuras llenas de cráteres; imágenes de la sonda Galileo mostraron que las llanuras suaves y brillantes se correlacionan con un terreno muy fracturado y con nudos, otras imágenes también revelaron áreas pequeñas, oscuras y lisas con una cobertura total de menos de 10000 Km^2, que parecen ensancharse en el terreno circundante, posibles depósitos criovolcánicos.



Los diámetros de los cráteres de impacto observados van desde 0,1 Km hasta más de 100 Km, sin contar las estructuras de múltiples anillos, los cráteres pequeños, con diámetros inferiores a 5 Km, tienen formas de cuenco simple o de piso plano; los de 5 a 40 Km de diámetro suelen tener un pico central.

Las características de impacto más grandes, con diámetros que van de 25 a 100 Km, tienen agujeros centrales en lugar de picos (cráter Tindr) cráteres más grandes con diámetros de más de 60 Km pueden tener cúpulas centrales, que se cree que son el resultado de un levantamiento tectónico central después de un impacto, un pequeño número de cráteres de impacto grandes (100 Km de diámetro) y brillantes muestran una geometría de cúpula anómala, inusualmente poco profundos y pueden ser una forma de relieve de transición a las estructuras de múltiples anillos.



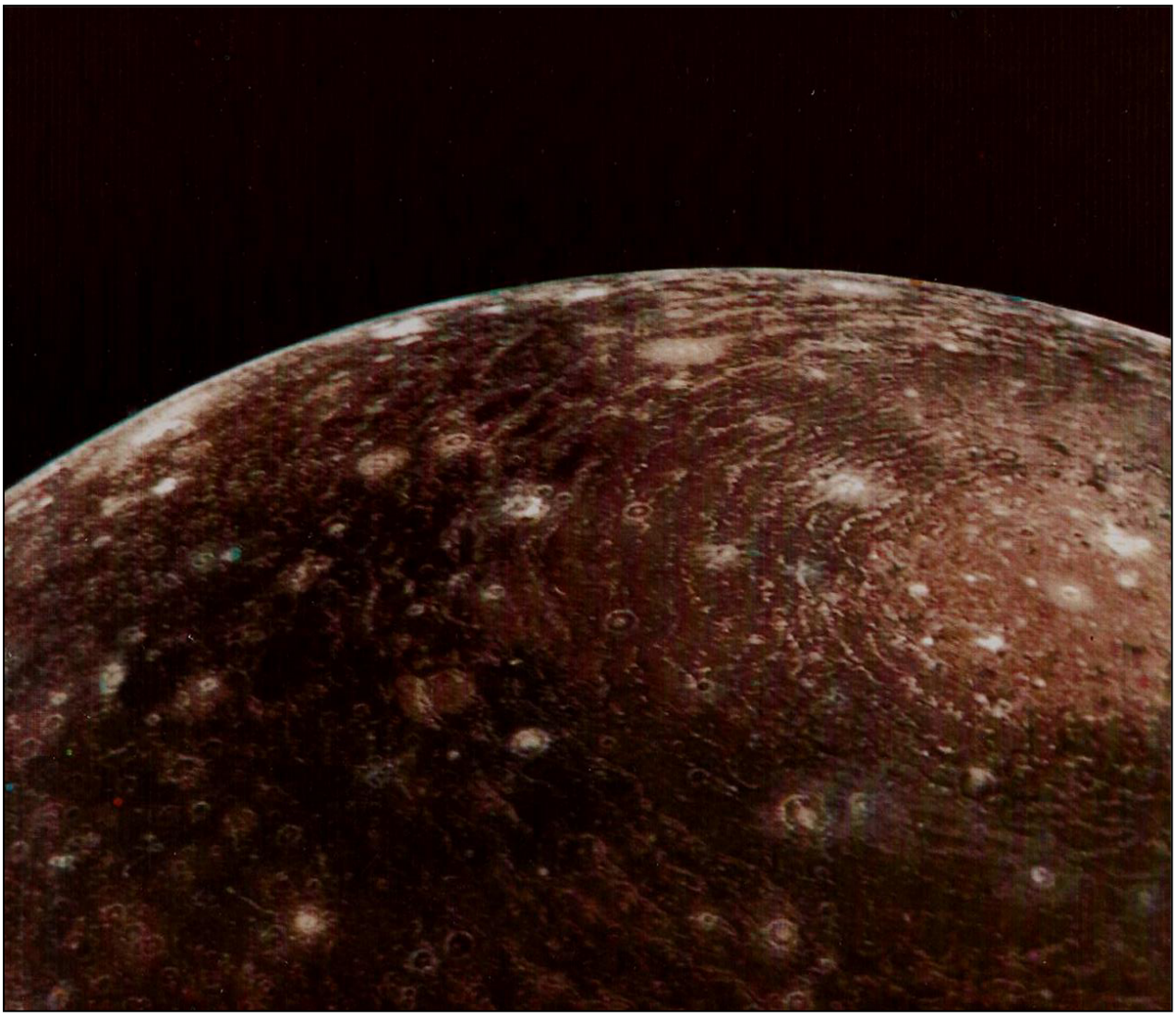
Cráter Tindr

Las características de mayor impacto en la superficie son las estructuras anilladas múltiples, Valhalla es la más grande, con una región central brillante de 600 Km de diámetro y anillos que se extienden hasta 1800 Km de distancia desde el centro y Asgard, con 1600 Km de diámetro, las estructuras de anilladas múltiples probablemente se originaron como resultado de una fractura concéntrica posterior al impacto de la litosfera que descansa sobre una capa de material blando o líquido (posiblemente un océano) las catenas, son largas cadenas de cráteres de impacto alineados en líneas rectas a lo largo de la superficie, probablemente creados por objetos que fueron interrumpidos por las mareas al pasar cerca de Júpiter antes del impacto en Calisto, o por impactos muy oblicuos.

Pequeñas zonas de hielo de H_2O pura con un albedo del 80% se encuentran en la superficie rodeados por un material mucho más oscuro, imágenes de la sonda Galileo mostraron que se ubicaban predominantemente en características de la superficie elevada: bordes de cráteres, escarpes, crestas y protuberancias, probablemente sean finos depósitos de agua helada, el material oscuro generalmente se encuentra en las tierras bajas que rodean y cubre los rasgos brillantes y parece ser suave.

El hemisferio de Callisto que mira a Júpiter se fotografió a alta resolución cuando el Voyager-1 lo sobrevoló a una distancia de 124000 Km, observando la superficie casi saturada de cráteres y la completa ausencia de relieve visible en el borde brillante, su mitad O del hemisferio se observaba dominada por el sistema de anillos concéntricos centrados en una brillante región circular a 10° N del ecuador y de unos 600 Km de diámetro, los anillos, separados entre sí de 50 a 200 Km, se extendían hasta un radio de unos 1500 Km.

Los cráteres preexistentes dentro de unos 350 Km de la zona central han desaparecido, mientras que los cráteres a mayores distancias se conservaron, los cráteres jóvenes están superpuestos tanto en los anillos como en la zona central; la explicación más probable es que el gran impacto que creó los anillos tuvo lugar a principios de la historia del satélite, cuando la corteza no era suficientemente rígida para soportar y retener las formas topográficas normalmente asociadas a las grandes depresiones de impacto.

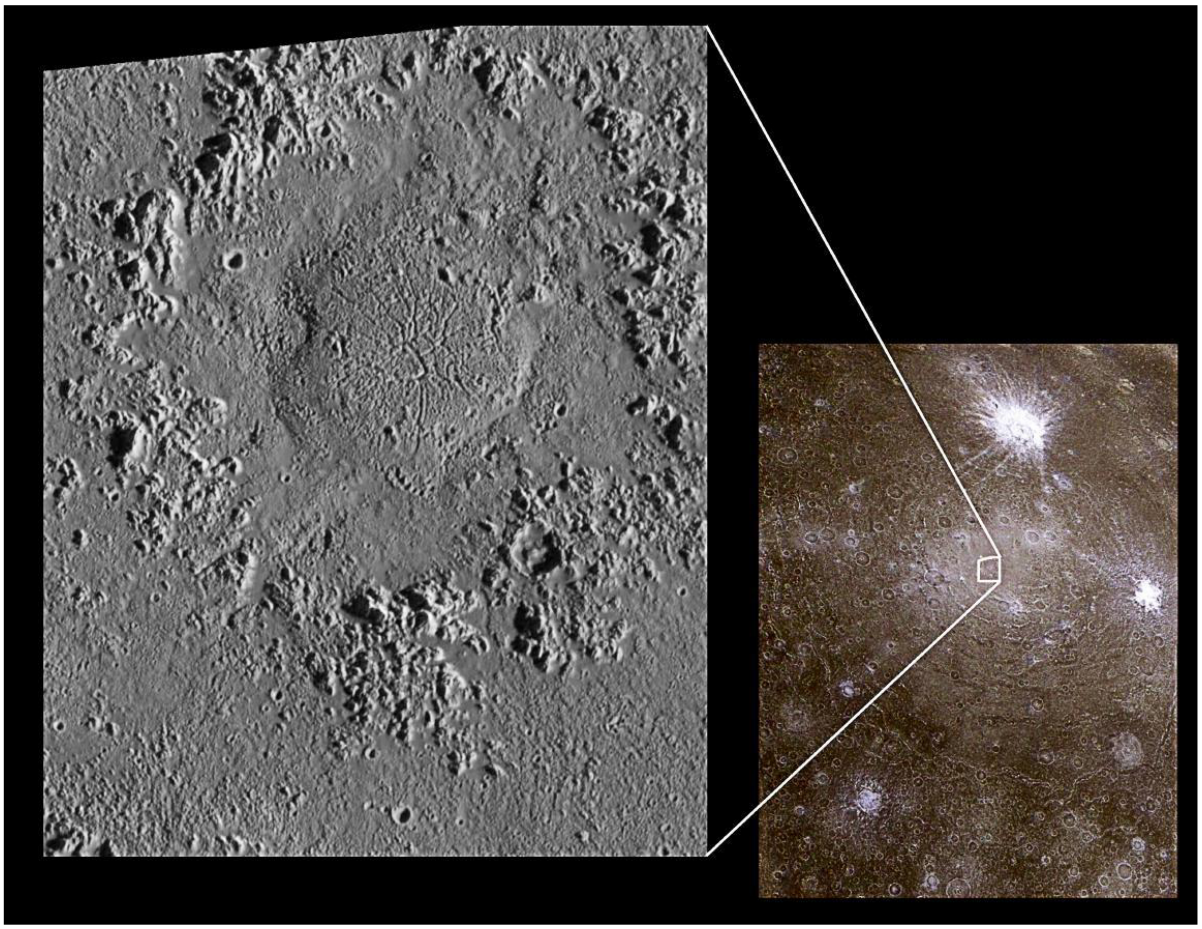


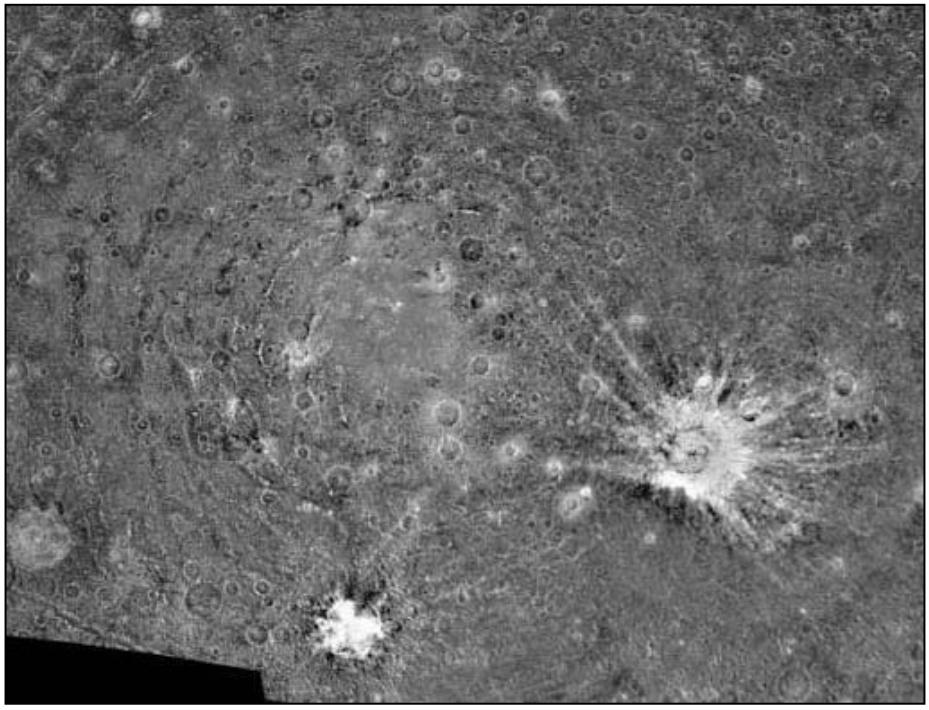
Normalmente posee un déficit de pequeños cráteres de impacto con diámetros inferiores a 1 Km, en lugar de pequeños cráteres, las características superficiales son pequeñas protuberancias y agujeros, se cree que las protuberancias representan restos de bordes de cráteres degradados por un proceso aún incierto, que puede ser la sublimación lenta del hielo, que es posible gracias a una temperatura de hasta -108 °C, tal sublimación de agua u otros volátiles del hielo sucio que es el lecho de roca provoca su descomposición.

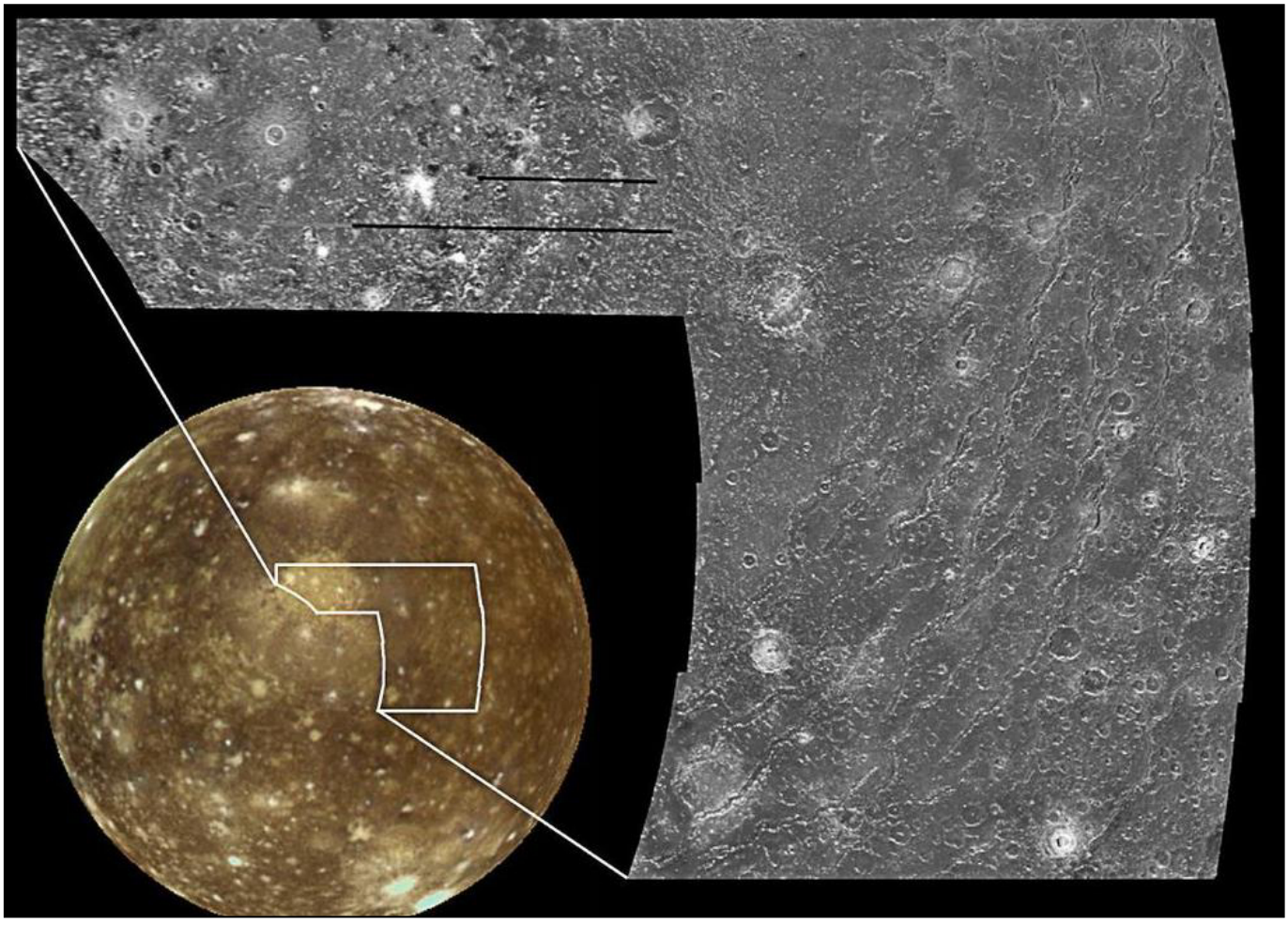
Los restos que no son hielo forman avalanchas de escombros que descienden de las laderas de las paredes de los cráteres, se observan cerca y dentro de los cráteres de impacto; a veces, las paredes de los cráteres son cortadas por sinuosas incisiones en forma de valles, en la hipótesis de la sublimación del hielo, el material oscuro de las zonas bajas se interpreta como un manto de escombros principalmente distintos del hielo, que se originó en los bordes degradados de los cráteres y ha cubierto un lecho rocoso predominantemente helado.

Las edades relativas de las diferentes unidades de la superficie se pueden determinar a partir de la densidad de los cráteres de impacto en ellas, cuanto más antigua es la superficie, más densa es la población de cráteres, basándose en consideraciones teóricas, se cree que las llanuras llenas de cráteres tienen alrededor de 4500 millones de años, y se remontan casi a la formación del Sistema Solar, las edades de las estructuras de anillos múltiples y los cráteres de impacto dependen de las tasas de cráteres y se estima que varían entre 1 y 4 mil millones de años.

La probable presencia de un océano dentro del satélite deja abierta la posibilidad de que pueda albergar vida. Sin embargo, se cree que las condiciones son menos favorables debido a sus bajos niveles de radiación, Callisto se ha considerado durante mucho tiempo el lugar más adecuado para una base humana para la exploración futura del sistema joviano.







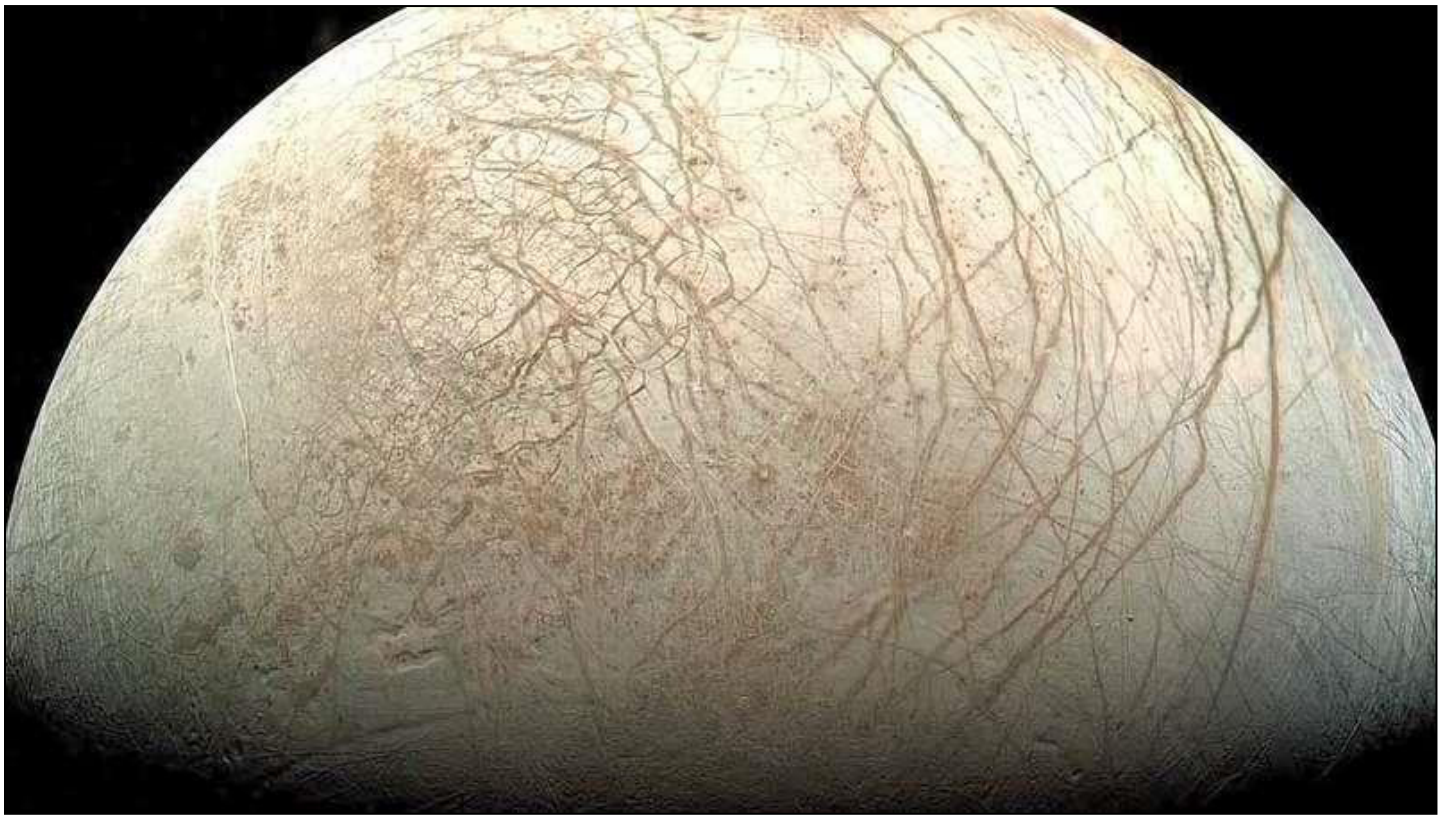
Europa

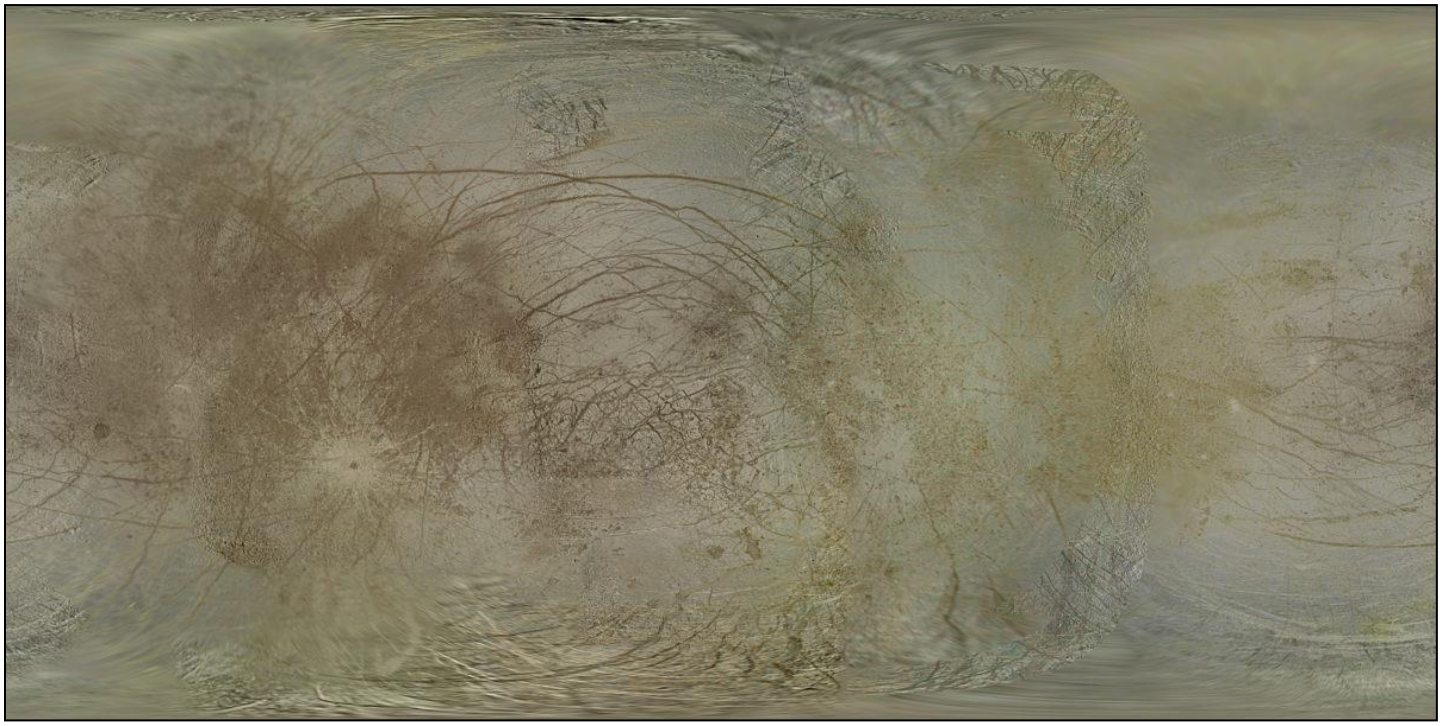
Características generales

Distancia media a Júpiter	**671000 Km**
Masa	**0.008 veces la Tierra**
Volumen	**1,593 x 10^{10} km^3**
Densidad	**3,013 x g/cm^3**
Área de superficie	**3,09 x 10 km^2**
Diámetro	**3121,6 km^3**
Gravedad	**0,134 g**
Velocidad de escape	**2,025 km/s**
Periodo de rotación	**Rotación síncrona**
Inclinación axial	**0,1°**
Albedo	**0,67**

Características atmosféricas

Presión	**0.1 µPa**
Temperatura	**-123 / -223 °C**

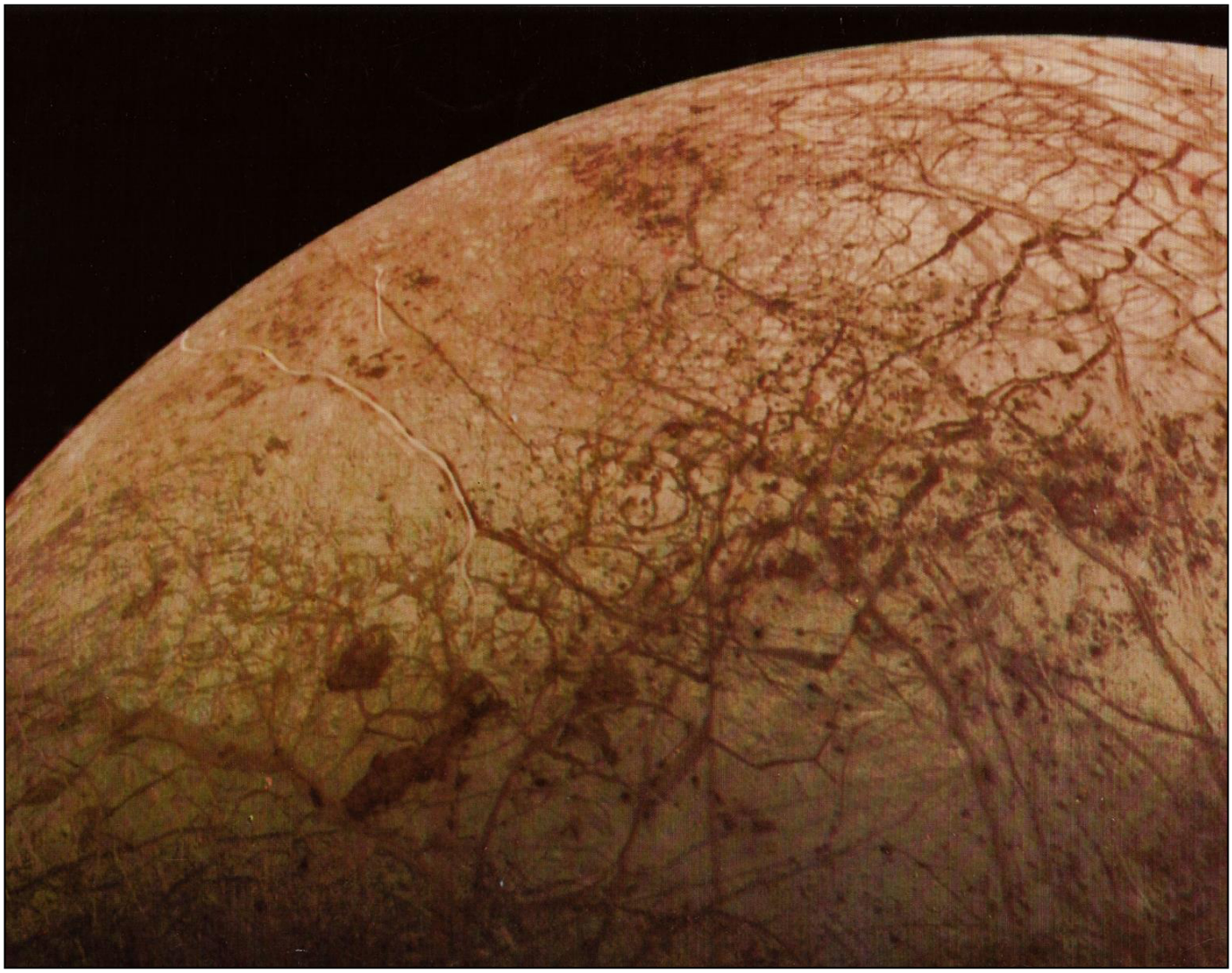




Observaciones terrestres indicaron que esta luna estaba cubierta de hielo, al igual que Io, Europa está bloqueada por mareas con Júpiter, está en resonancia orbital con las lunas Io y Ganímedes, siendo su órbita de 85 hrs el doble que la de Io, pero la mitad que la de Ganímedes; las conjunciones con Io siempre ocurren en el lado opuesto de Júpiter a las de Ganímedes, Europa está sujeta a efectos de marea, no existe en esta luna evidencia de vulcanismo, pero la sonda Galileo reveló que el hielo de su superficie estaba cubierto de grietas.

Fue el satélite galileano más alejado de la trayectoria de la sonda Voyager 1, la distancia mínima entre ambos fue de 732270 Km, de ahí que se le fotografiara con la resolución más baja (33 Km por par de líneas en las mejores fotografías), , mostrando un cuerpo casi blanco, con rasgos de carácter global y de débil contraste, su región ecuatorial mostraba dos tipos básicos de terreno: oscuros, claros, atravesados por una serie de franjas oscuras de decenas de Km de ancho que se extendían en algunos casos a lo largo de miles de Km.

En las imágenes de la sonda Voyager 2, que sobrevoló a 204000 Km de distancia, las franjas aparecían como una vasta confusión de líneas que se cortaban, el terreno oscuro se resolvía en una serie de depresiones y zonas altas interconectadas cuyas dimensiones típicas eran de unos pocos Km, muchas de las depresiones, podían ser cráteres de impacto, pero su identificación en ese momento se hacía incierta, sólo se reconocieron tres probables cráteres de impacto con morfologías totalmente diferentes y de diámetros entre 18 y 25 Km.



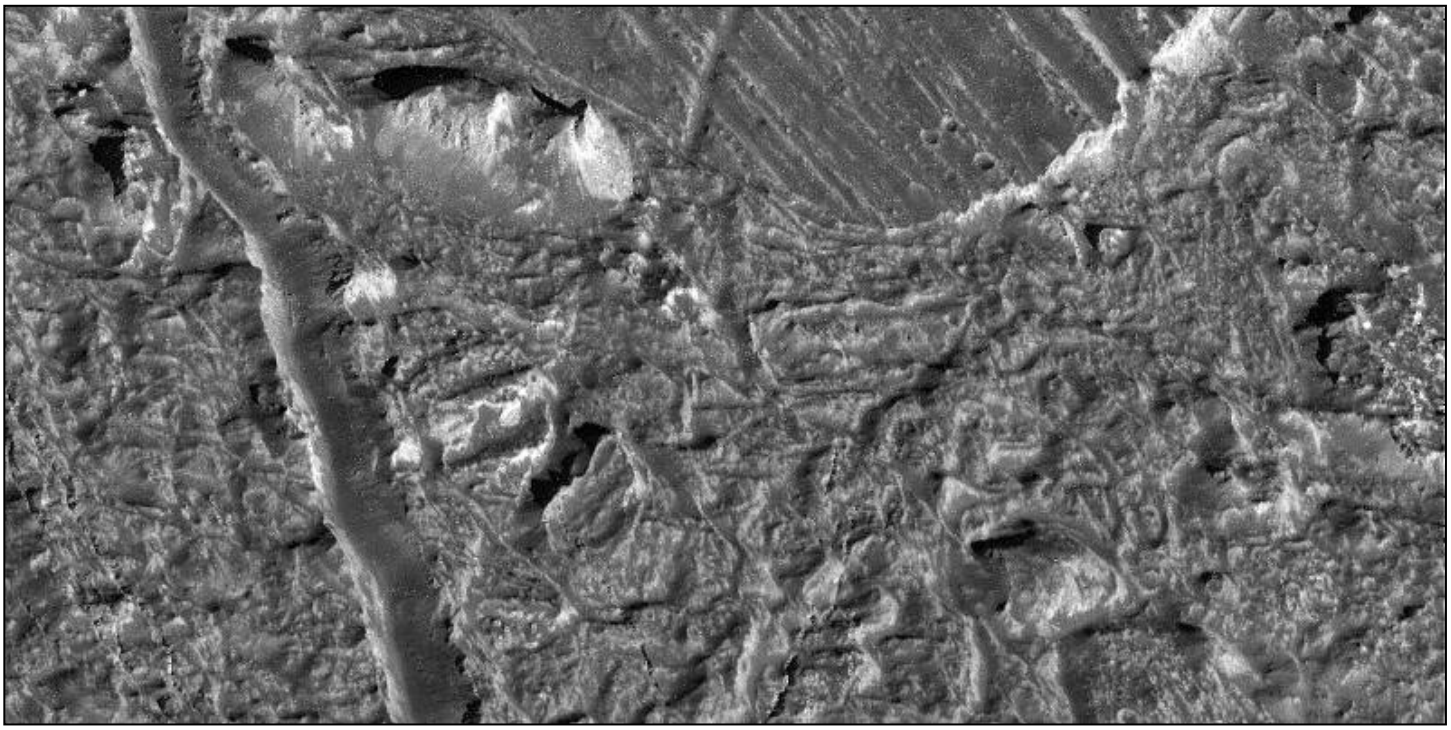
En algunas imágenes de las sondas Voyager aparecían signos de numerosos cráteres pequeños de unos pocos Km de diámetro, particularmente a lo largo de la zona terminal (la zona al borde del lado iluminado del satélite) la superficie de Europa tiene una edad de al menos cientos de millones y quizá de miles de millones de años, la ausencia de relieves importantes a lo largo de la zona terminal sugiere que el agua, el más probable y principal componente volátil del satélite ha ascendido desde el interior a la superficie y ha formado una espesa capa de hielo que enmascara el relieve topográfico, una capa de 100 Km de espesor sería ciertamente lo bastante espesa para ocultar cualquier relieve que pudiera existir en su superficie.

Al igual que ocurrió con todos los otros cuerpos planetarios del Sistema Solar, Europa se creó presumiblemente por la reunión y soldadura de materiales en órbita alrededor del Sol hace 4 o 5 mil millones de años, luego continuó sometido a un intenso bombardeo de meteoritos grandes y pequeños, durante aproximadamente por unos 500 millones de años, su apariencia actual es probablemente un reflejo exacto de la relación entre su intenso bombardeo al principio y su posterior historia térmica.

Si su corteza de hielo se hubiera formado, congelado y hecho rígida en el periodo de intenso bombardero, las huellas de los impactos serian visibles con claridad hoy día, se han propuso un mecanismo para explicar cómo pudo mantenerse la temperatura de la superficie del satélite durante este periodo primitivo, en el NASA-JPL se tuvo la hipótesis de que el calor liberado en la desintegración de elementos radiactivos habría sido por si mismo suficiente para mantener blando y quizá líquido, el recubrimiento de hielo de Europa a profundidades por debajo de unas decenas de Km.

Europa carece de características a gran escala como montañas y cráteres. Sin embargo, según un estudio, el ecuador puede estar cubierto de picos helados llamados penitentes, que pueden tener hasta 15 m de altura, debido a la luz solar directa sobre el ecuador, lo que hace que el hielo se sublime y forme grietas verticales, aunque las imágenes disponibles de la sonda Galileo no tienen la resolución necesaria para confirmar esto, los datos térmicos y de radar son consistentes con esta interpretación, las marcas prominentes que cruzan Europa parecen ser principalmente características del albedo que enfatizan la baja topografía, existen pocos cráteres porque su superficie es tectónicamente activa; la corteza helada de tiene un albedo de 0,64 indicando una superficie joven y según las estimaciones de la frecuencia de bombardeo cometario que experimenta, la superficie tiene entre 20 y 180 millones de años.

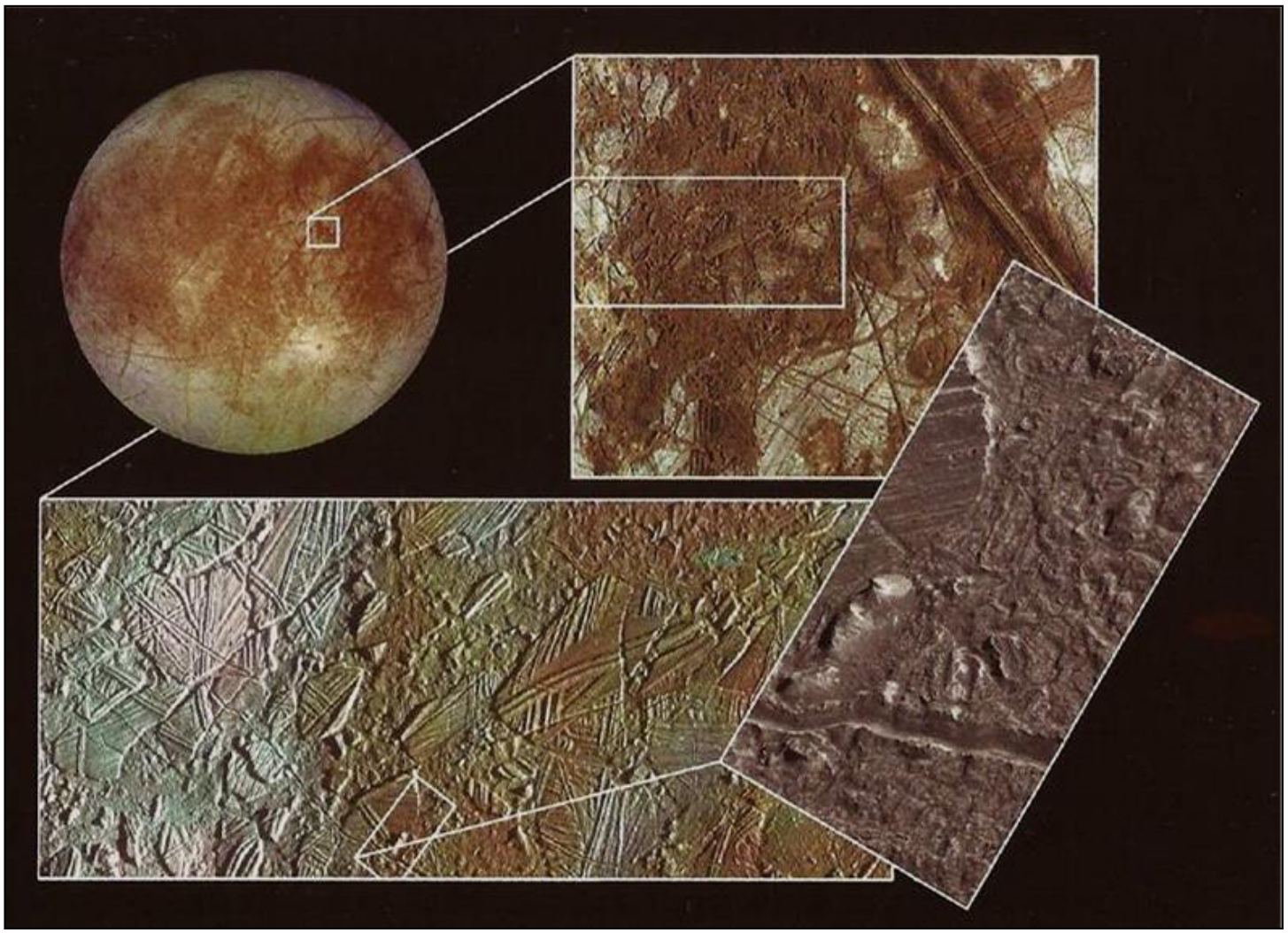
Las características de la superficie más llamativas son una serie de rayas oscuras que cruzan todo el globo, llamadas lineae, un examen más detallado muestra que los bordes de la corteza a ambos lados de las grietas se han movido entre sí, las bandas más grandes tienen más de 20 Km de ancho, a menudo con bordes externos difusos y oscuros, estrías regulares y una banda central de material más claro (la hipótesis más probable es que las líneas en Europa fueron producidas por una serie de erupciones de hielo cálido cuando la corteza se abrió para exponer capas más cálidas debajo, el efecto habría sido similar al observado en las dorsales oceánicas de la Tierra) se cree que estas diversas fracturas fueron causadas en gran parte por la flexión de las mareas ejercida por Júpiter, comparaciones entre fotografías tomadas de la nave Voyager y Galileo sirven para poner un límite superior a este hipotético deslizamiento, una revolución completa de la capa exterior rígida en relación con el interior de Europa lleva al menos 12000 años, estudios de imágenes han revelado evidencia de subducción en la superficie, lo que sugiere que, al igual que las grietas son análogas a las dorsales oceánicas, también se reciclan placas de corteza helada análogas a las placas tectónicas en la Tierra en el interior fundido. Esta evidencia de propagación cortical en bandas y convergencia en otros sitios sugiere que Europa puede tener placas tectónicas activas, similar a la Tierra. Sin embargo, la física que impulsa estas placas tectónicas no es probable que se parezca a las que impulsan las placas tectónicas terrestres, ya que las fuerzas que resisten posibles movimientos de placas similares a la Tierra en la corteza de Europa son significativamente más fuertes que las fuerzas que podrían impulsarlas.



El 6-11-1996, la sonda Galileo realizó un sobrevuelo no dirigido (sobrevuelo secundario hasta una distancia de 100000 Km) de Europa, algunas observaciones se realizaron durante las órbitas G1 y G2, destinadas a Ganimedes en la órbita C3, con objetivo a Callisto, la sonda Galileo realizó un sobrevuelo a 34800 Km, durante el E4 del 15 al 22-12-1996, la nave realizó un sobrevuelo a 692 Km, pero la transmisión de datos se vio obstaculizada por una ocultación solar que bloqueó la transmisión durante diez días.

La sonda Galileo regresó a Europa en la órbita E6 en enero de 1997, esta vez a una altura de 586 Km para analizar características de forma ovalada en los espectros IR y UV; las ocultaciones de Europa, Io y Júpiter proporcionaron datos sobre los perfiles atmosféricos de esos cuerpos celestes, y se realizaron mediciones del campo gravitacional de Europa, en la órbita E11 del 2 al 9-11-1997, se recopilaron datos sobre la magnetosfera.

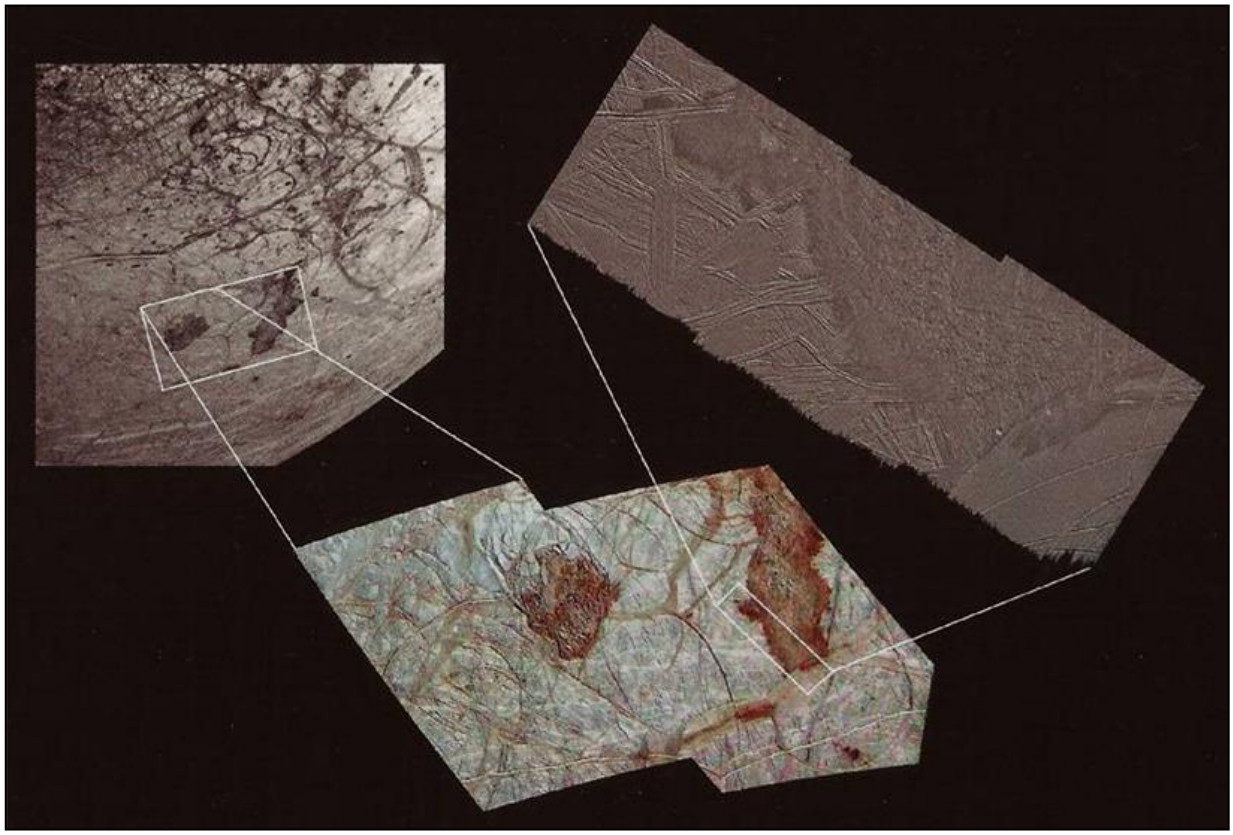
Las imágenes de Europa también mostraron pocos cráteres de impacto, indicando una geología activa que renueva la superficie y destruye los cráteres, llegando a una conclusión que la superficie debe tener unos 10 millones de años; con más datos disponibles, en 2003 un equipo del Centro de Investigación Ames (NASA) llegó a una edad de 30 a 70 millones de años, se cree que la flexión de las mareas de hasta 100 m por día fue la causa más probable de la desaparición de cráteres de impacto.



La sonda Galileo descubrió que Europa tiene un momento magnético débil que es inducido por la parte variable del campo magnético joviano, la fuerza del campo en el ecuador magnético creado por este momento magnético es aproximadamente una sexta parte de la fuerza del campo de Ganímedes y seis veces el valor del de Calisto; la existencia del momento inducido requiere una capa de un material altamente conductor de electricidad en el interior, el candidato más plausible para este papel es un gran océano subterráneo de agua salada líquida.

Los científicos han trabajado para comprender la composición del material marrón rojizo que recubre las fracturas y otras características geológicamente jóvenes en la superficie, la evidencia espectrográfica sugiere que las rayas y las características oscuras y rojizas pueden ser ricas en sales como el sulfato de Magnesio, depositado por la evaporación del agua que emergió del interior; e hidrato de ácido sulfúrico es otra posible explicación del contaminante observado espectroscópicamente, en cualquier caso, debido a que estos materiales son incoloros o blancos cuando son puros, también debe estar presente algún otro material para tener en cuenta el color rojizo, y se sospecha de compuestos de Azufre; otra hipótesis para las regiones coloreadas es que están compuestas de compuestos orgánicos abióticos llamados colectivamente tolinas, la morfología de los cráteres y crestas de impacto sugieren material fluidizado que brota de las fracturas donde tienen lugar la pirólisis y la radiólisis.

Para que se generen tolinas coloreadas en debe haber una fuente de materiales (Nitrógeno, Carbono y agua) y una fuente de energía para que ocurran las reacciones, se presume que las impurezas en la corteza de agua helada de Europa emergen del interior como eventos criovolcánicos que resurgen el cuerpo y se acumulan desde el espacio como polvo interplanetario, las tolinas traen importantes implicaciones astrobiológicas, ya que pueden desempeñar un papel en la química prebiótica y la abiogénesis; la presencia de cloruro de Sodio en el océano interno ha sido sugerida por una característica de absorción, ya que se ha detectado en las observaciones del Hubble Space Telescope.

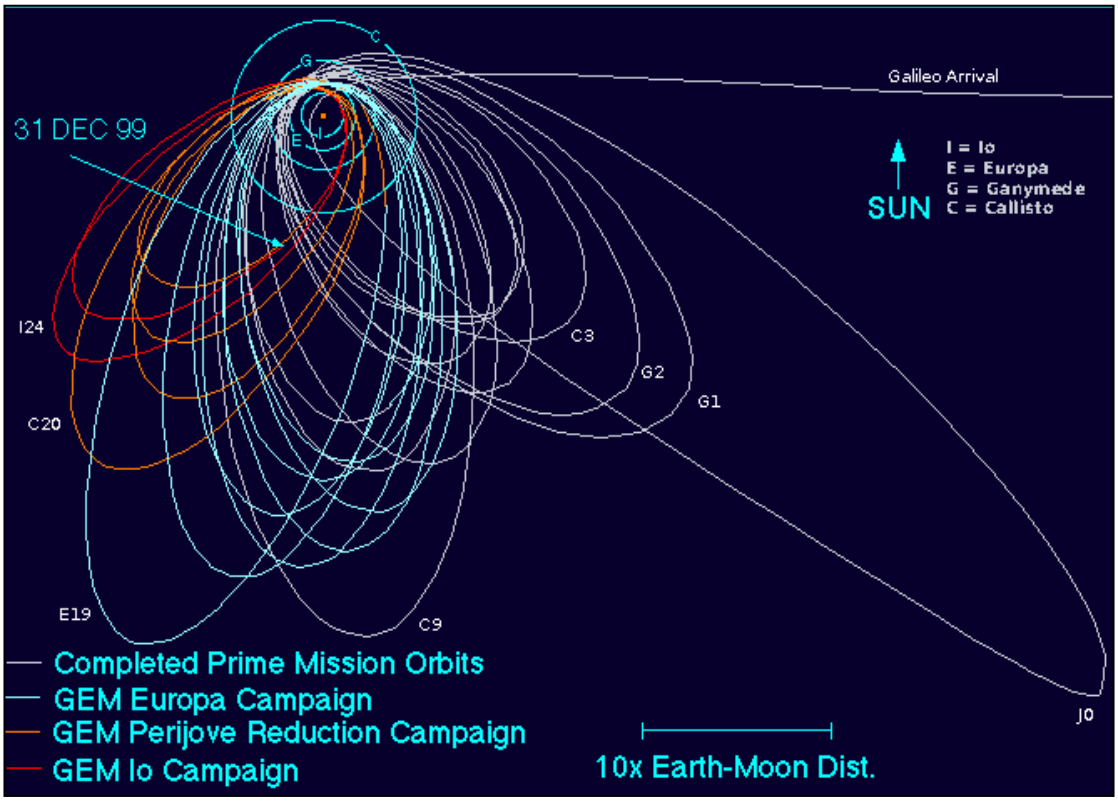


La evidencia de renovación de la superficie insinuó la posibilidad de una capa viscosa debajo de la superficie de hielo caliente o agua líquida, observaciones con el instrumento NIMS de la sonda Galileo, indicó que la superficie parecía contener sales de Magnesio y Sodio, una fuente probable fue la salmuera debajo de la corteza de hielo; el magnetómetro informó que el campo magnético fue inducido por Júpiter (esto podría explicarse por la existencia de una capa esférica de material conductor como el agua salada) dado que la temperatura de la superficie en Europa era de -162 °C, el agua que rompiera el hielo de la superficie se congelaría instantáneamente, el calor requerido para mantener el agua en estado líquido no podría provenir del Sol, pero el hielo es un buen aislante y el calor podría ser proporcionado por la flexión de las mareas, los estudios con la nave también arrojaron evidencia de que la corteza se había deslizado con el tiempo, moviéndose hacia el S en el hemisferio frente a Júpiter y hacia el N en el lado opuesto; se cree que el grosor de la corteza de hielo podría ser más delgada que los 20 a 30 Km propuestos por los científicos.

Observaciones del Telescopio Espacial Hubble en 1995 informaron que Europa tenía una atmósfera delgada de Oxígeno, fue confirmado por la sonda Galileo en seis experimentos en las órbitas E4 y E6 durante ocultaciones cuando Europa estaba entre Galileo y la Tierra, permitiendo a las estaciones terrestres de Goldstone (Estados Unidos) y Camberra (Australia) investigar la ionosfera de Europa midiendo el grado en que las partículas cargadas difractaban el haz de radio, e indicando la presencia de iones de agua, que probablemente eran moléculas de agua que habían sido desprendidas de la superficie del hielo y luego ionizadas por el Sol o la magnetosfera joviana.

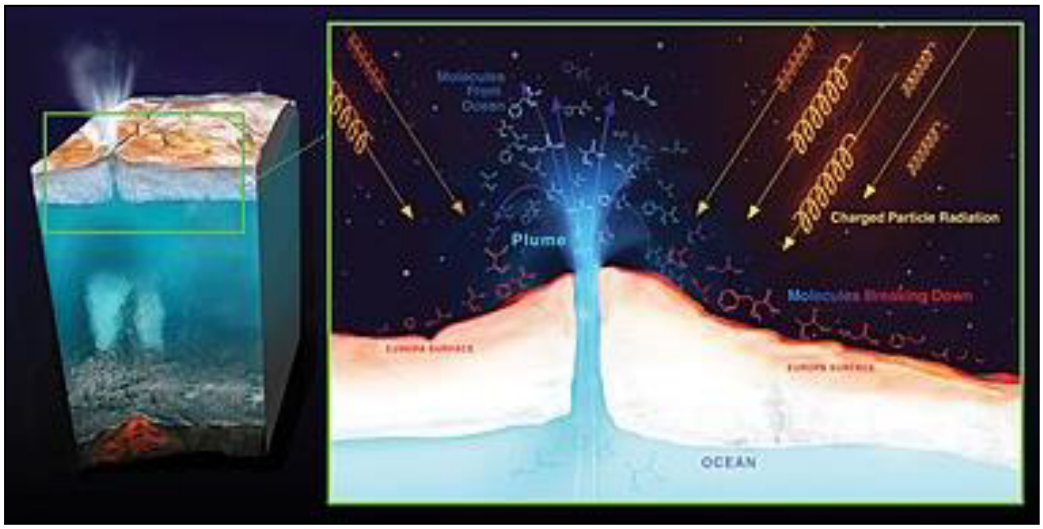
La presencia de una ionosfera fue suficiente para deducir la existencia de una atmósfera delgada en Europa, el 11-12-2013, la NASA informó (basándose resultados de la misión Galileo) la detección de minerales arcillosos (específicamente, filosilicatos a menudo asociados con materiales orgánicos) en la corteza helada de Europa, la presencia de los minerales puede haber sido el resultado de una colisión con un asteroide o un cometa.

Debido a los problemas con la antena de alta ganancia (HGA), solo alrededor del 2% del número anticipado de imágenes de Europa fueron obtenidas por la misión principal, en la misión GEM, las primeras 8 órbitas (E12 a E19) estaban dedicadas a Europa, y una visita final en E26 durante la misión GMM.



En 1997, la sonda Galileo confirmó la presencia de una tenue ionosfera (una capa de partículas cargadas de la atmósfera superior) alrededor de Europa creada por la radiación solar y partículas energéticas de la magnetosfera de Júpiter, proporcionando evidencia de una atmósfera.

A diferencia del Oxígeno de la atmósfera terrestre, el de Europa no es de origen biológico, la atmósfera delimitada por la superficie se forma a través de la radiólisis (la disociación de moléculas a través de la radiación) la radiación UV solar y las partículas cargadas (iones y electrones) del entorno magnetosférico joviano chocan con la superficie helada de Europa, dividiendo el agua en componentes de Oxígeno e Hidrógeno, estos componentes químicos luego se adsorben (adhesión de átomos, iones o moléculas de un gas, líquido o sólido disuelto a una superficie) y se pulverizan en la atmósfera; la misma radiación también crea eyecciones por colisión de estos productos desde la superficie, y el equilibrio de estos dos procesos forma una atmósfera, el Oxígeno molecular es el componente más denso de la atmósfera porque tiene una vida útil prolongada; después de regresar a la superficie, no se pega (se congela) como una molécula de agua o peróxido de Hidrógeno, sino que se desorbe de la superficie y comienza otro arco balístico, el Hidrógeno molecular nunca llega a la superficie, ya que es lo suficientemente ligero como para escapar de la gravedad de la superficie, observaciones de la superficie han revelado que parte del Oxígeno molecular producido por la radiólisis no se expulsa de la superficie debido a que la superficie puede interactuar con el océano subsuperficial, este Oxígeno molecular puede llegar al océano, donde podría ayudar en los procesos biológicos; el Hidrógeno molecular que escapa de la gravedad de Europa, junto con el Oxígeno atómico y molecular, forma un toro de gas en las proximidades de la órbita de Europa alrededor de Júpiter, esta nube neutra ha sido detectada por las naves Galileo y Cassini-Huygens y tiene un mayor contenido (número de átomos y moléculas) que la nube neutra que rodea la luna Io, los modelos predicen que casi todos los átomos o moléculas del toro de Europa se ionizan eventualmente, proporcionando así una fuente para el plasma magnetosférico de Júpiter.



A futuro se espera que nuevas naves puedan explorar este satélite, en 2012, Jupiter Icy Moon Explorer (JUICE) fue seleccionada por la ESA como una misión planificada para la exploración de Ganímedes pero que incluye 2 sobrevuelos de Europa, en 2013,el JPL) y el Laboratorio de Física Aplicada (APL) presentaron un concepto para una misión de sobrevuelo a Europa denominada Europa Clipper; en 2015, la NASA anunció que había aceptado el desarrollo de la misión y reveló los instrumentos que utilizará, su objetivo es explorar su habitabilidad y ayudar a seleccionar sitios para un futuro módulo de aterrizaje realizando 45 sobrevuelos a baja altitud durante su misión y llevará un radar de penetración de hielo, un espectrómetro IR de onda corta, un generador de imágenes topográficas y un espectrómetro de iones y masas neutrales.

Ganímedes

Características generales

Distancia media a Júpiter 1072000 Km

Masa 0,025 tierras

Volumen 0,0704 tierras

Densidad 1,936 g/cm³

Área de superficie 87 millones Km²

Diámetro 5270 Km

Gravedad 0,146 G

Velocidad de escape 2,741 km/s

Periodo de rotación 7d 3h 42,6m

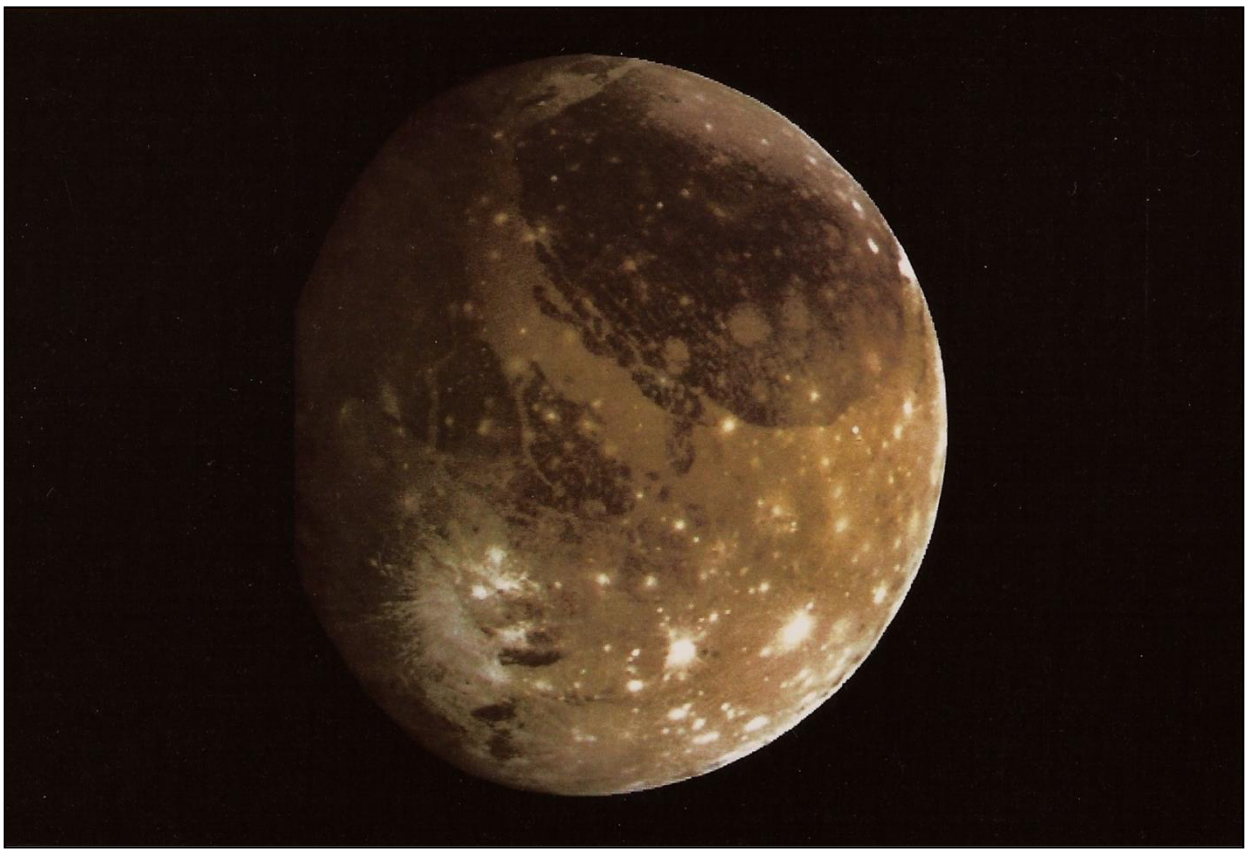
Inclinación axial 0–0,33°

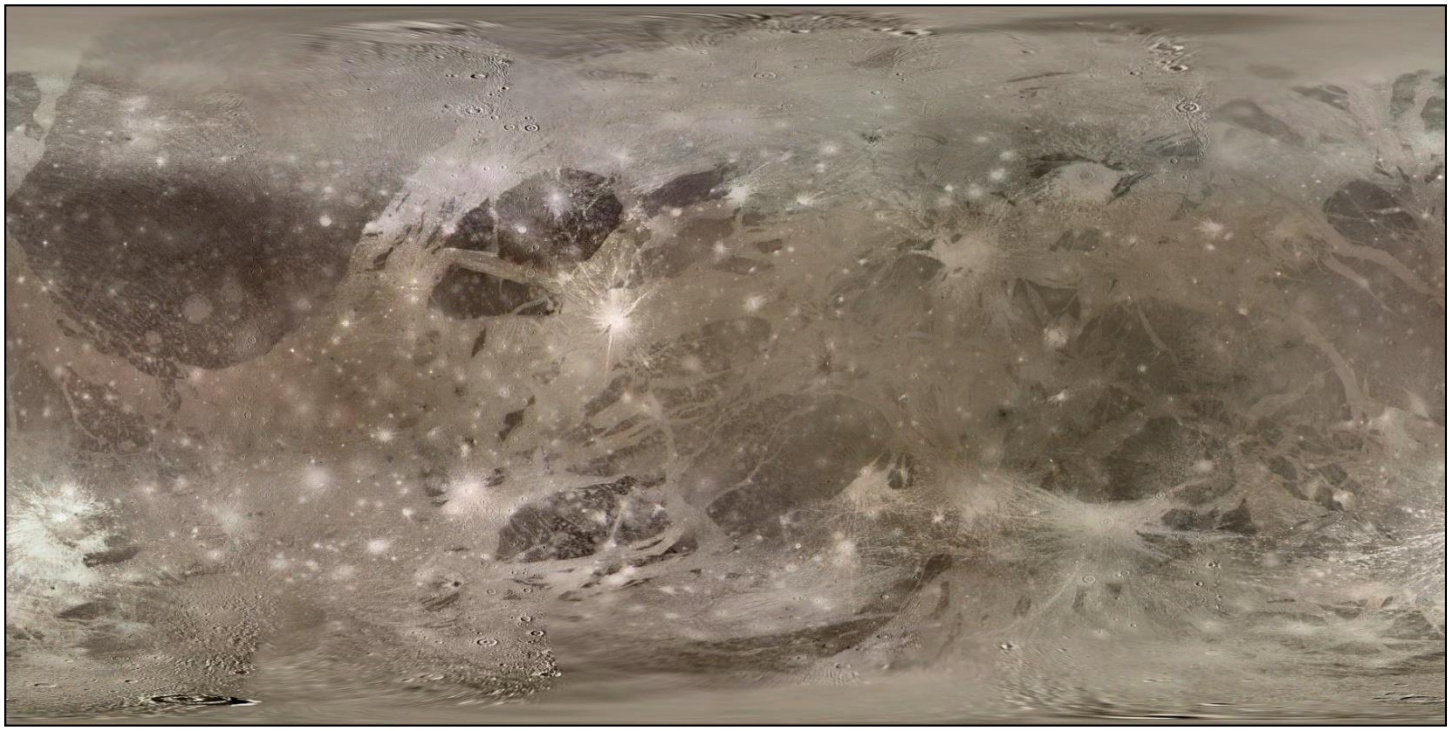
Albedo 0,43±0,02

Características atmosféricas

Temperatura Máx. -121 °C Min -203 °C

Composición Trazas Oxígeno



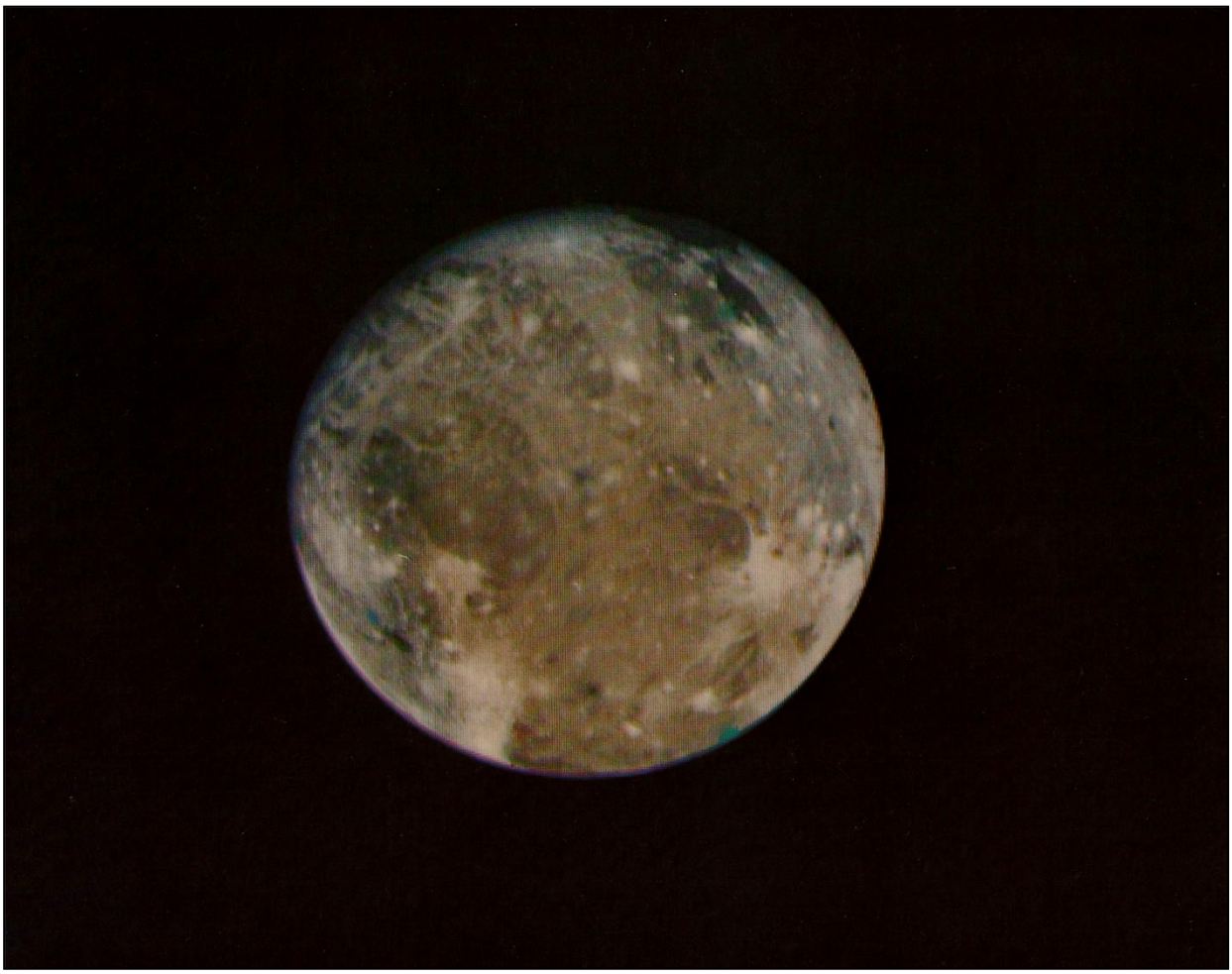


Con un diámetro de 5270 Km es la mayor de las lunas galileanas y la más grande de las lunas del Sistema Solar que se caracteriza por grandes cantidades de hielo de agua (3 veces más agua en masa que la Tierra).

Las fotografías de Ganimedes hechas por el Voyager 1 durante su aproximación al satélite mostraron un cuerpo similar a la Luna terrestre, pero con una compleja red de bandas brillantes irregulares, lineales, interceptadas y bifurcadas que cruzaban en todas direcciones del satélite, a dicha escala, las configuraciones guardaban muy poca semejanza con los rayos de los cráteres de Impacto repartidos sobre el resto de la superficie.

En un principio la hipótesis fue que las configuraciones podrían ser formadas por movimientos de fallas tectónicas, al acercarse más la sonda Voyager, se pudieron reconocer dos formas de terreno, regiones poligonales densamente salpicadas de cráteres, rodeadas por regiones más jóvenes de terreno estriado constituido por surcos y lomas paralelos y estrechamente espaciados, cada uno de 5 a 15 Km de altura y de hasta varios cientos de Km de longitud; en algunas regiones se podían contar hasta 20 surcos y lomas paralelos.

La densidad de los cráteres en el terreno estriado era extremadamente variable, la mayor parte del terreno estriado es un mosaico de sistemas discretos, con las estrias de un sistema terminando bruscamente en la frontera del sistema adyacente, En algunos casos, sin embargo, diversos sistemas de estrias se interfieren entre sí, el sistema mas antiguo no queda borrado por el otro, lo que implica que el proceso que forma las estrias no lleva un movimiento lateral, la conclusión fue que la formación del terreno estriado comenzó en la historia temprana del satélite y continuó durante un largo tiempo que comprendia el periodo de bombardeo intenso.

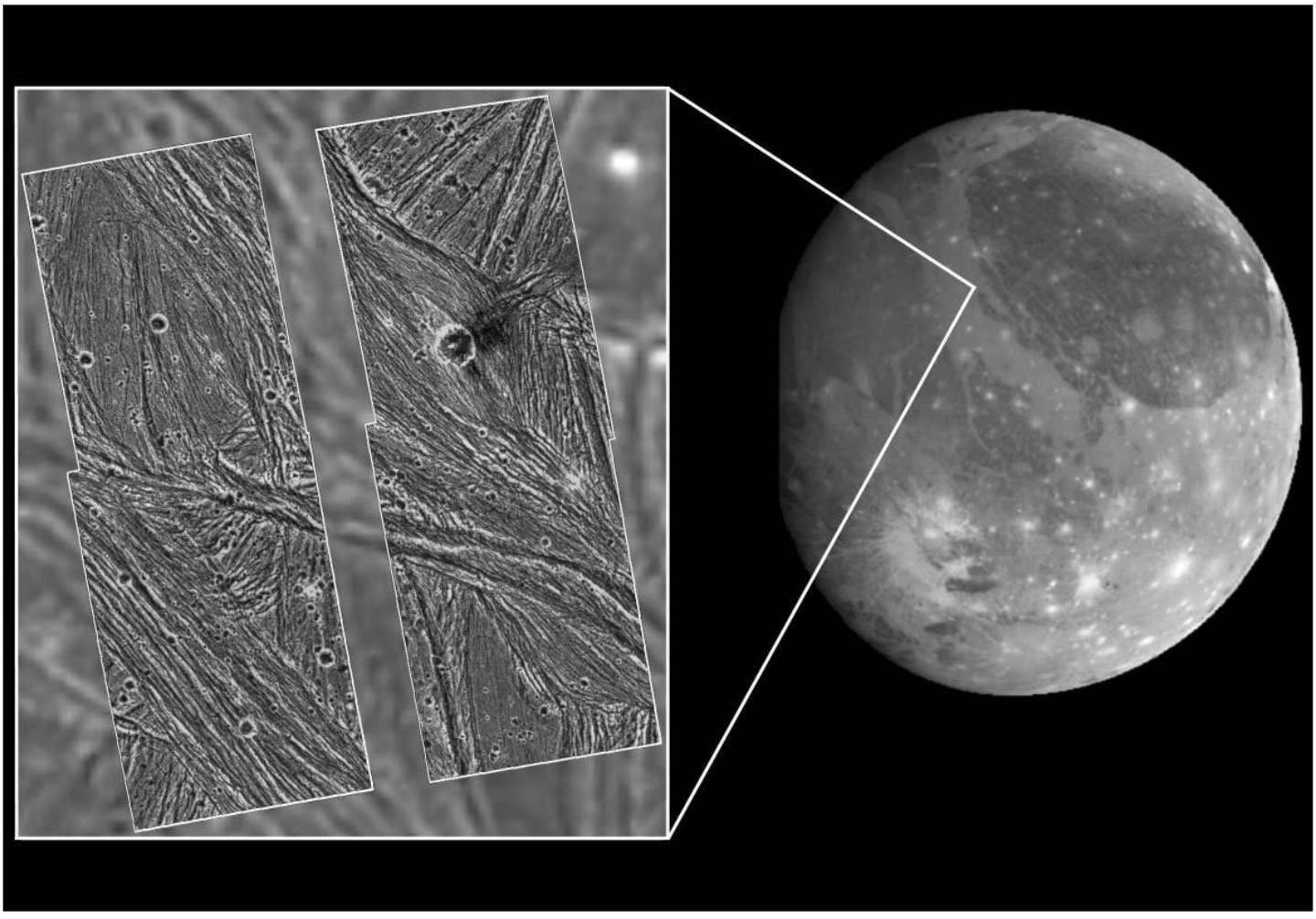


El Voyager 1 exploró el hemisferio del satélite que mira a Júpiter, Voyager 2 encontró al satélite antes de que el vehículo espacial alcanzara su punto más próximo a Júpiter y, por tanto, consiguió una cobertura en alta resolución del hemisferio opuesto, cuya característica más llamativa es una gran región de terreno antiguo, oscuro y salpicado de cráteres que cubre aproximadamente un tercio de la totalidad del hemisferio (única característica que se puede identificar fácilmente con telescopios terrestres) imágenes de alta resolución presentaron una sorprendente semejanza con las estructuras en anillos de Calisto, aunque diversos estudios demostraron que las rayas de Ganímedes forman círculos concéntricos y resulta evidente que la formación de terrenos más jóvenes, sobre todo, los estriados, han borrado la historia de un antiguo punto de impacto.

Otra importante observación fue la amplia variación en el aspecto de los cráteres de impacto de Ganimedes. Algunos cráteres manifiestan un aspecto joven y reciente, en el otro extremo hay formas circulares que son poco más que manchas en la antigua corteza, estos cráteres fantasmas, más brillantes, se formaron cuando la corteza de Ganímedes estaba demasiado caliente y blanda para registrar de un modo permanente el impacto que los originó; el descubrimiento por el Voyager 2 de una depresión de impacto grande y reciente cerca del polo S es una prueba de los cambios acontecidos en la resistencia y rigidez del satélite.

Cuando la sonda Galileo entró en la órbita de Júpiter, lo hizo con una inclinación hacia el ecuador joviano y, por tanto, el plano orbital de las lunas galileanas, para transferir la órbita conservando el propulsor, se realizaron dos maniobras, en la órbita G1, la gravedad de Ganímedes se utilizó para ralentizar el período orbital de la nave de 21 a 72 días para permitir más encuentros y sacar a la sonda de las regiones de radiación más intensa, en la órbita G2, se empleó la asistencia gravitacional para colocarla en una órbita que permitiera sobrevuelos posteriores con las lunas Io, Europa y Calisto; el experimento de ondas de plasma y el magnetómetro de la sonda detectaron un campo magnético con una fuerza de aproximadamente (0,0075 G) más que lo suficientemente fuerte como para crear una magnetosfera separada dentro de la de Júpiter, esta evidencia apuntaba a un núcleo y un manto de Hierro o sulfuro de Hierro de 400 a 1300 Km debajo de la superficie, encerrados en hielo.

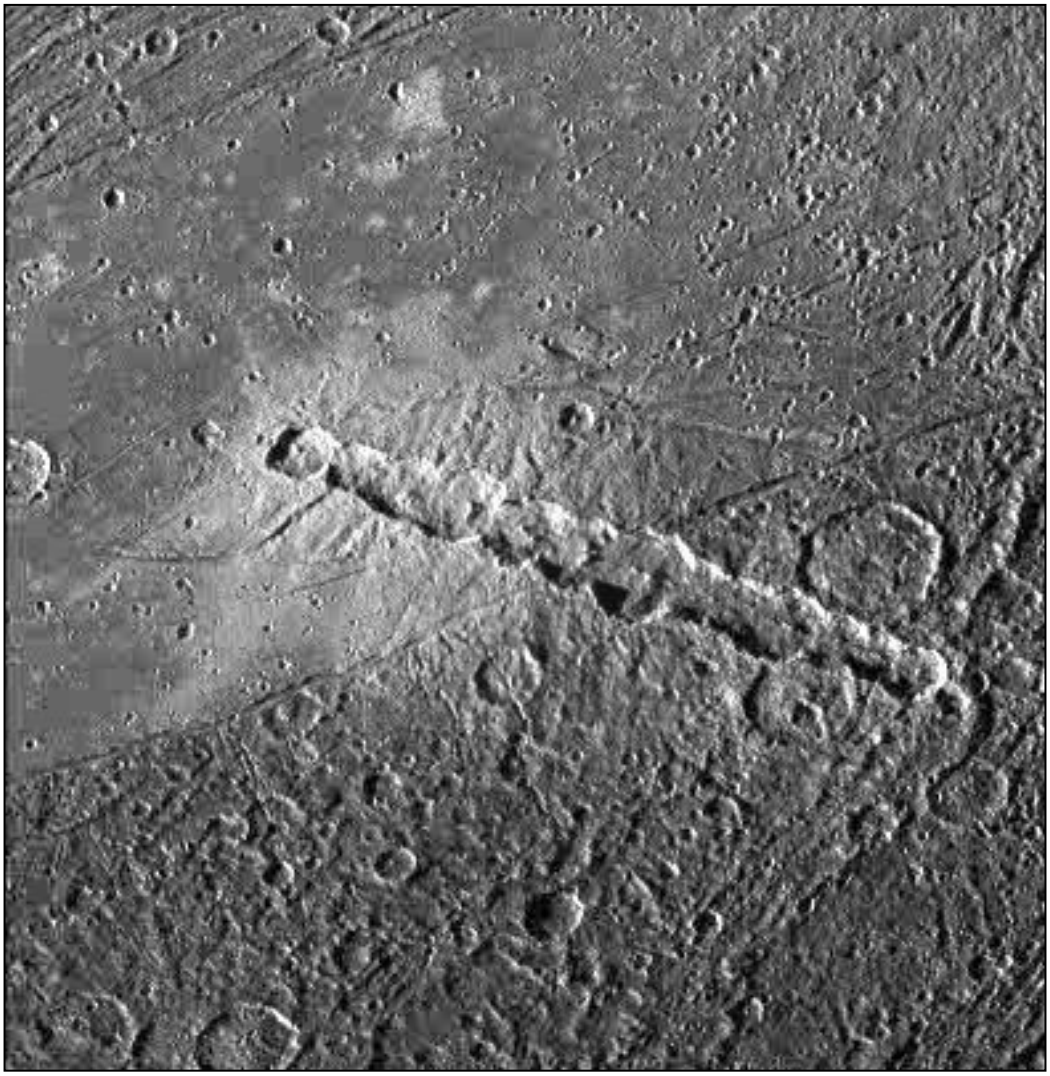
La sonda volvió a sobrevolar Ganímedes en las órbitas G7 y G9 en 1997, y en G28 y G29 en el año 2000 en el GMM, las imágenes de la superficie revelaron dos tipos de terreno, regiones oscuras con muchos cráteres y surcos de terreno estriados, imágenes tomadas en G28 sugirieron que Ganímedes se pareciera más a la luna Europa, pero la flexión de las mareas no pudo proporcionar suficiente calor para mantener el agua en forma líquida, aunque puede haber contribuido, una posibilidad era la radiactividad, que podría proporcionar suficiente calor para que exista agua líquida de 50 a 200 Km por debajo de la superficie, o el vulcanismo (el agua fangosa o el hielo que llega a la superficie se congelaría rápidamente, creando áreas de una superficie relativamente lisa).



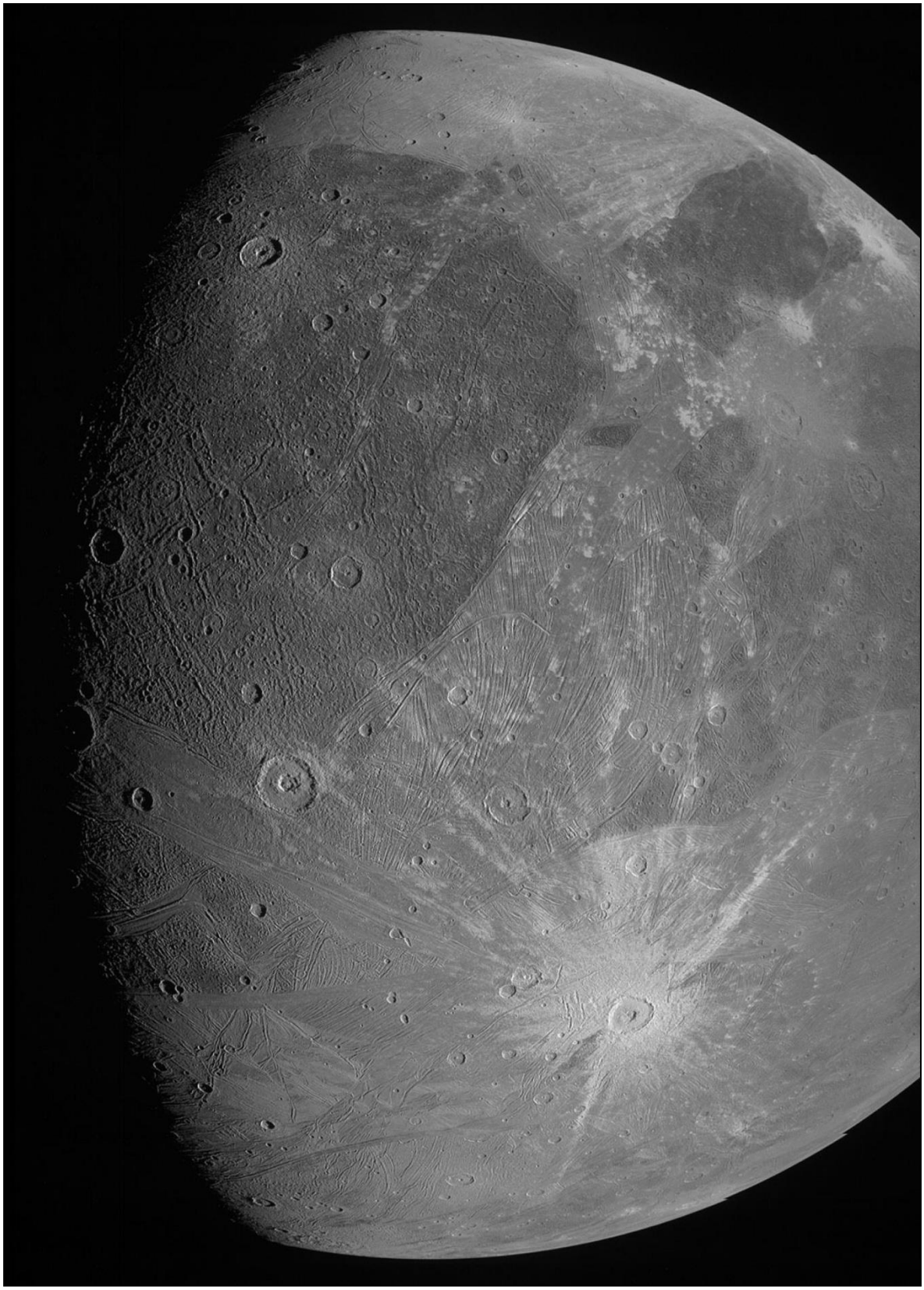
Ganímedes está compuesto de silicatos y hielo, con una corteza de hielo que flota encima de un manto fangoso que puede contener una capa de agua líquida, indicaciones preliminares de la nave Galileo sugieren que posee una estructura diferenciada en tres capas, un pequeño núcleo de Hierro fundido o de Hierro y Azufre en el centro, rodeado por un manto de sílice rocoso con una corteza helada en lo más exterior.

La superficie es una mezcla aproximadamente igual de dos tipos de terreno: uno muy viejo, muy craterizado, y las regiones oscuras y algo más jóvenes (aunque todavía viejas) marcadas con una serie extensa de ranuras y anillos de origen claramente tectónico; la corteza parece estar dividida en algunas placas tectónicas, como la de la Tierra que pueden moverse independientemente y actuar a lo largo de zonas de fractura que dan lugar a las cordilleras. También se han observado flujos de lava (ya solidificada

Muchos cráteres de impacto se ven en ambos tipos de terreno, la densidad de craterización indica una edad de 3 a 3,5 mil millones de años, también hay cráteres relativamente jóvenes que tienen rayos de eyección, probablemente debido a la naturaleza relativamente débil de la helada corteza de Ganímedes que puede fluir durante mucho tiempo geológico y por eso desaparecen, el rasgo más grande es una llanura oscura llamada Galileo Regio, así como una serie de anillos concéntricos que son remanentes de un cráter de impacto antiguo, aunque se encuentra muy borrado por la actividad geológica subsecuente.



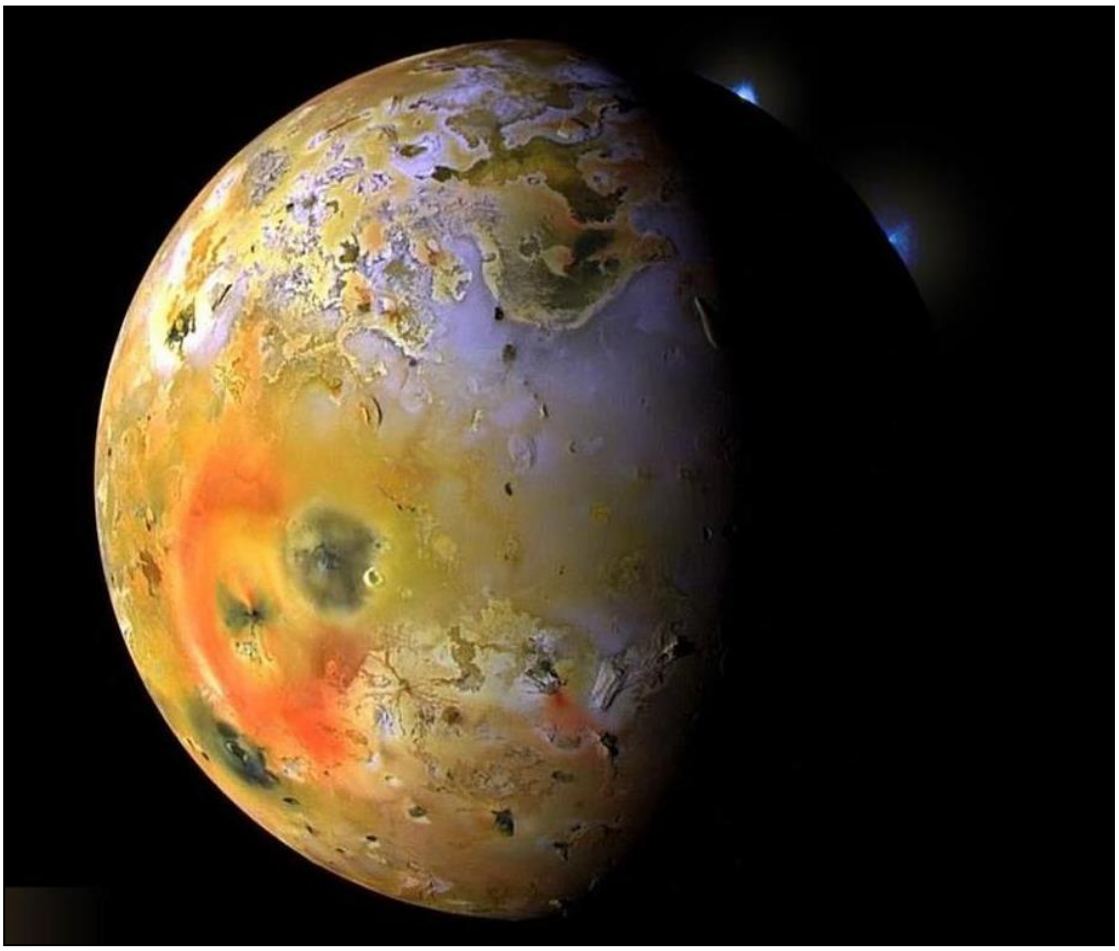
El 09-06-2021 la sonda Juno envía a la Tierra las dos primeras imágenes del sobrevuelo del satélite a 1000 Km de distancia, mostrando una superficie con cráteres y un terreno oscuro/brillante claramente diferenciado, como también características estructurales, posiblemente vinculadas a fallas tectónicas, se trata del acercamiento más próximo jamás realizado a Ganímedes.

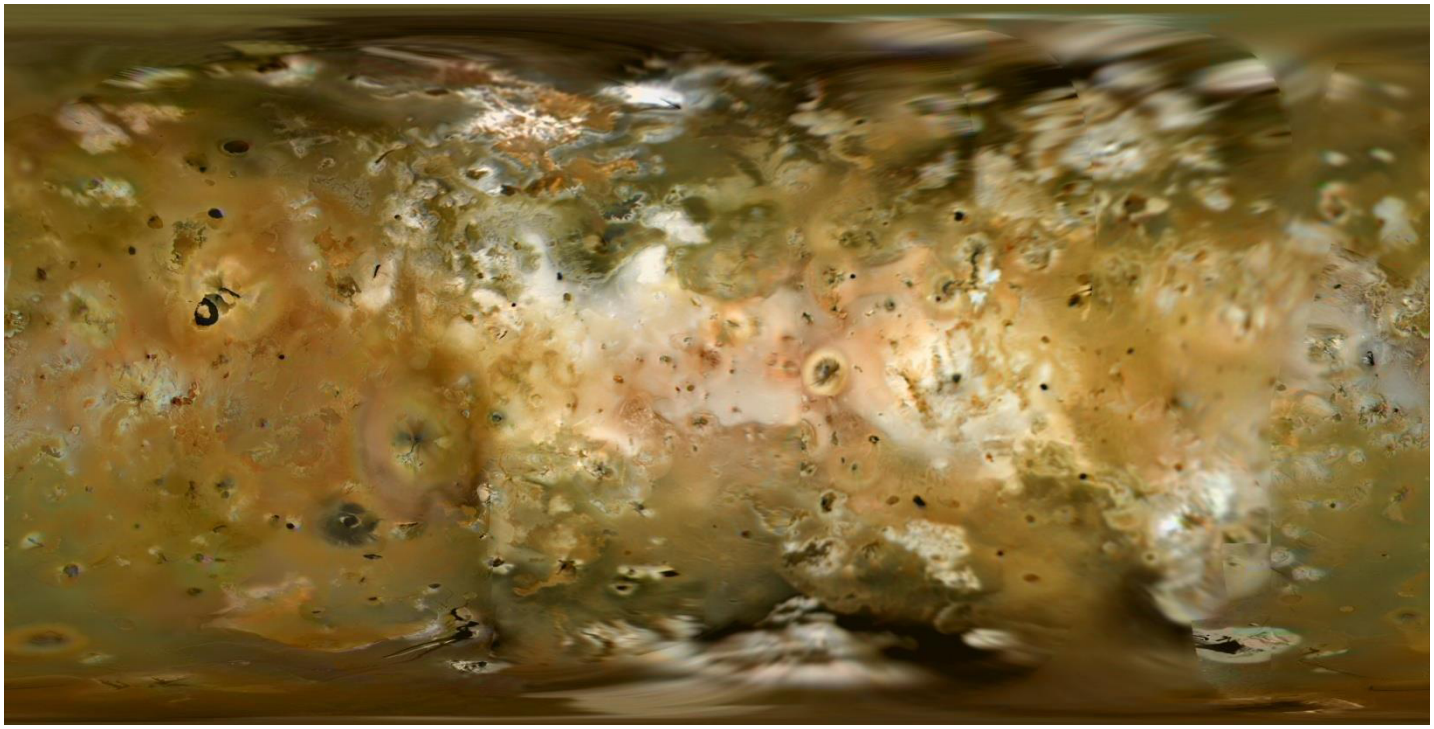


Io

Características generales

Distancia media a Júpiter	**422000 Km**
Masa	**$8{,}94\times10^{22}$ Kg**
Volumen	**$2{,}53\text{x}10^{10}$ Km^3**
Periastro o perihelio	**420000 Km (periapsis)**
Apoastro o afelio	**423400 Km (apoapsis)**
Velocidad orbital media	**17,334 Km/s**
Radio orbital medio	**421600 Km**
Densidad	**3,55 g/cm^3**
Radio	**1821 Km**
Diámetro	**3643 Km**
Gravedad	**1,81 m/s^2**
Velocidad de escape	**2376 m/s**
Periodo de rotación	**1d 18h 27,6m**
Albedo	**0,61**
Presión	**Trazas**
Temperatura	**-143 °C**
Composición atmosférica	**100% Dióxido de azufre**

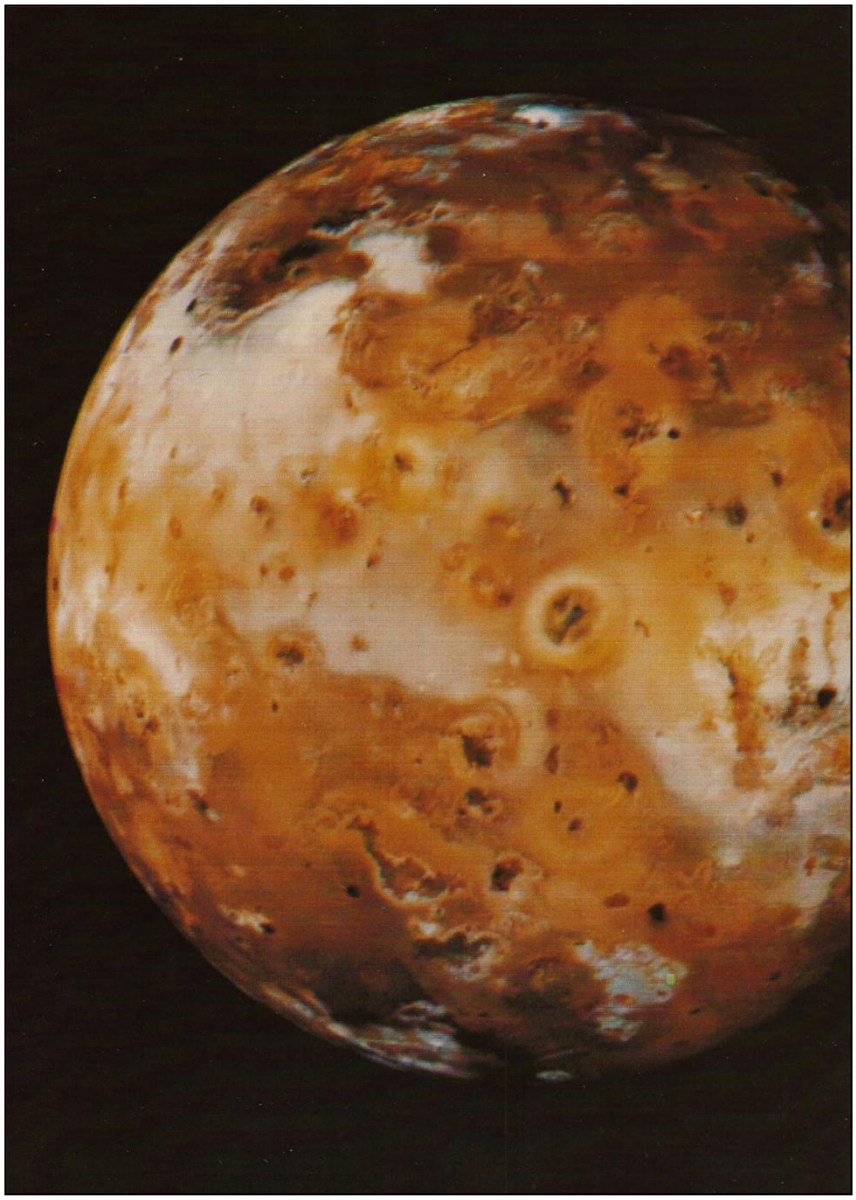




Su nombre proviene de la mitología griega, Io era una de las amantes mortales de Zeus, una princesa argiva, antepasado de muchos reyes y héroes como Perseo, Cadmo, Heracles, Minos, Lynceus, Cepheus y Danaus.

Se suponía generalmente que Io, el satélite mas interno tendría una superficie antigua y salpicada de cráteres, de forma muy parecida a la de la Luna terrestre, algunos científicos discrepaban de este punto de vista, e indicaban que como el satélite está sometido a fuerzas gravitatorias resonantes ejercidas por sus satélites vecinos, su órbita debería estar deformada, e Io tendría que moverse ligeramente hacia dentro y hacia fuera en el interior del campo gravitatorio de Júpiter, con el resultado de que sería repetidamente deformado por las fuerzas de marea que arrojarían a su interior una enorme cantidad de calor producida por rozamiento, y como el calor tendría en último término que ser disipado a través de la superficie del planeta, especularon que debería producirse un vulcanismo superficial extenso y recurrente.

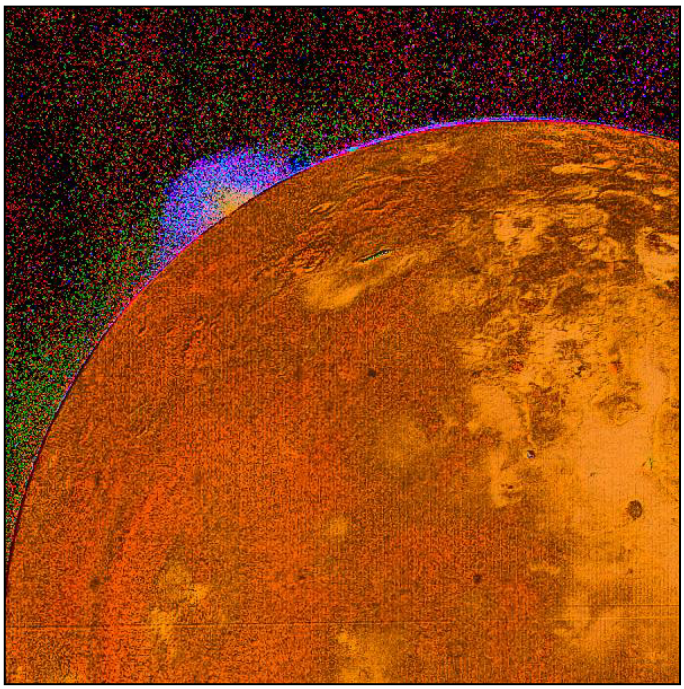
La predicción se comprobó, pero no inmediatamente, las primeras imágenes de Io con rasgos superficiales detectables mostraron pequeñas manchas oscuras, algunas de las cuales estaban rodeadas por débiles anillos, la primera impresión fue de que se trataba de cráteres de impacto, pero esa apreciación tuvo que reconsiderarse cuando las fotografías de alta resolución no mostraron cráteres de impacto; admitiendo que en Io, la velocidad de formación de cráteres de impacto mayores de 1 Km no difiere apreciablemente de las velocidades típicas en el Sistema Solar, debía haber algún proceso en la superficie que estuviera borrando los cráteres en un período de algo menos de 1 millón de años.

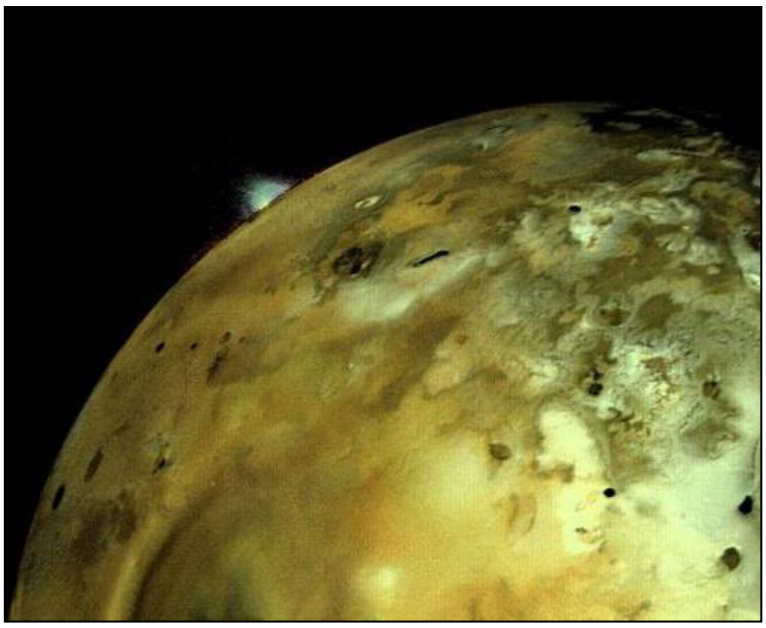


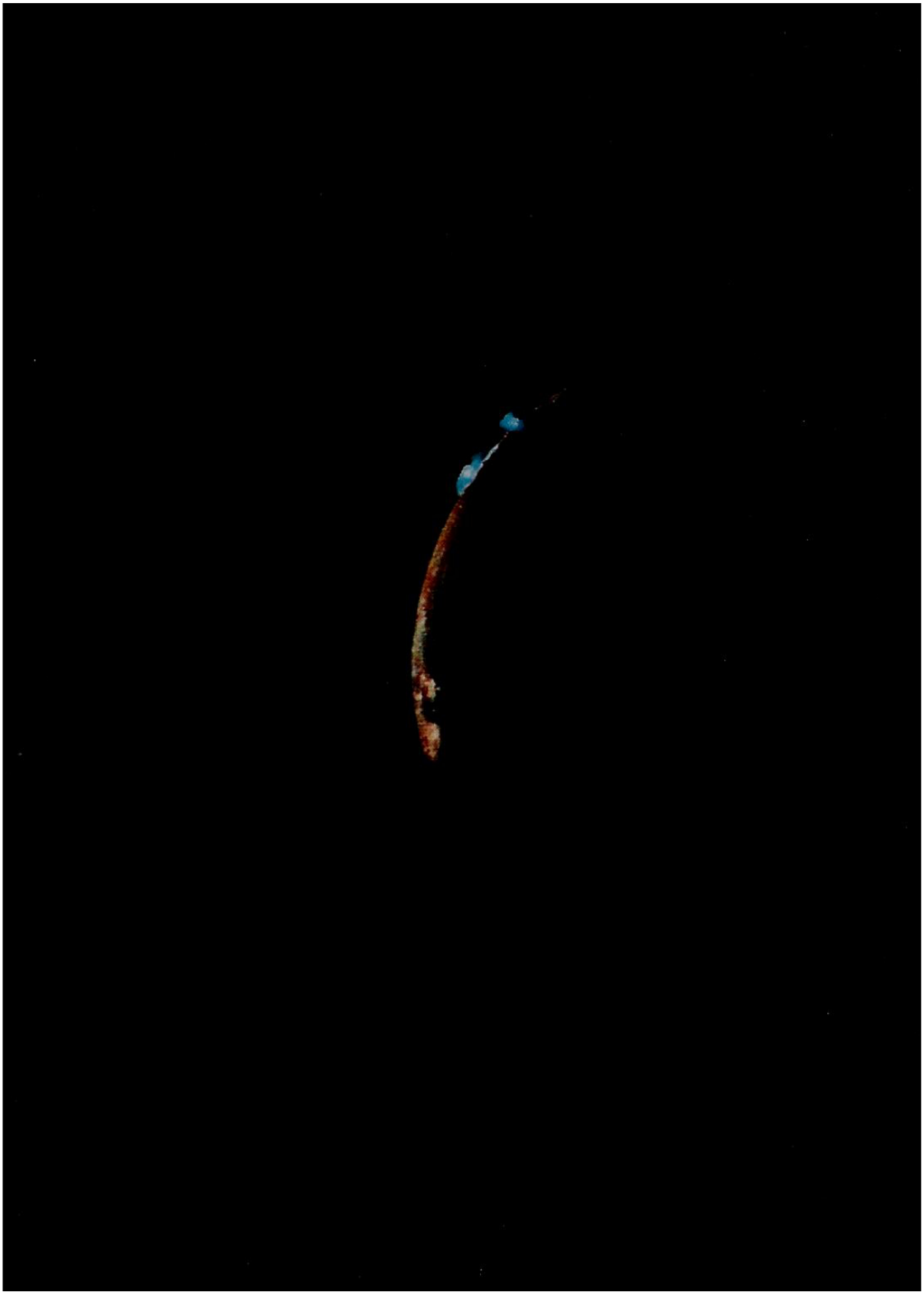
La superficie de lo muestra toda una diversidad de formas de superficie, las fotografias enviadas inmediatamente antes del punto de máxima proximidad entre Io y la sonda Voyager-1 ofrecieron un indicio sobre el proceso de que se podría estar renovando la superficie, mostrando una depresión circular de un diámetro aprox. de 50 Km bordeada por un acantilado y rodeada por una formación radiante de lava, estas formaciones volcánicas que se observan en otros cuerpos terrestres (un gran cráter de hundimiento, formado cuando la lava fluye hacia el exterior o es extraída de una cámara de magma, y así la superficie encima de ella se hunde).

A los pocos días, la sonda Voyager-1 observó una erupción con aspecto de sombrilla que salía del borde del hemisferio S de Io, llegando a formar un arco hasta una distancia de 270 Km de la superficie, una búsqueda reveló que había no menos de 8 volcanes activos en Io lanzando penachos de 70 a 300 Km de altura con velocidades que alcanzaban hasta 1 Km/seg, en la mayoría de los casos, la materia eyectada ascendía hasta unos 100 Km, el núcleo interno, frecuentemente asimétrico, posiblemente constituido por partículas sólidas eyectadas, de los 8 penachos volcánicos observados por el Voyager-1, 7 estaban todavía allí cuando llegó el Voyager-2 cuatro meses más tarde, los penachos se emiten de forma continua y permanecen desde varios meses hasta varios años.

Un interesante fenómeno en lo parece ser la presencia de manchas brillantes blancas o blanco-azuladas sobre escarpaduras y fallas observadas en muchas zonas, pero particularmente en la región polar meridional, tales características son difusas, algunas veces variables, enmascarando la superficie subyacente, de modo que al principio se sugirió que podrían ser nubes (o materia depositada procedente de nubes) producidas por un gas que se escapaba del interior del satélite y se condensaba formando alguna clase de nieve, una de las observaciones clave condujo a una explicación provisional de los penachos como de las manchas blancas, el descubrimiento por miembros del grupo del experimento IR-Voyager de que Io tiene una tenue atmósfera de dióxido de azufre, a partir de medidas de absorción en el IR se estimó que durante el día esta atmósfera tiene una presión de alrededor de una decima de microbar (diezmillonésima de la presión atmosférica SNM en la Tierra) un análisis espectrofotométrico de las imágenes de las Voyager señaló que las grandes regiones de color blanco pueden ser aproximadamente una mitad escarcha de dióxido de Azufre y la otra mitad de Azufre.

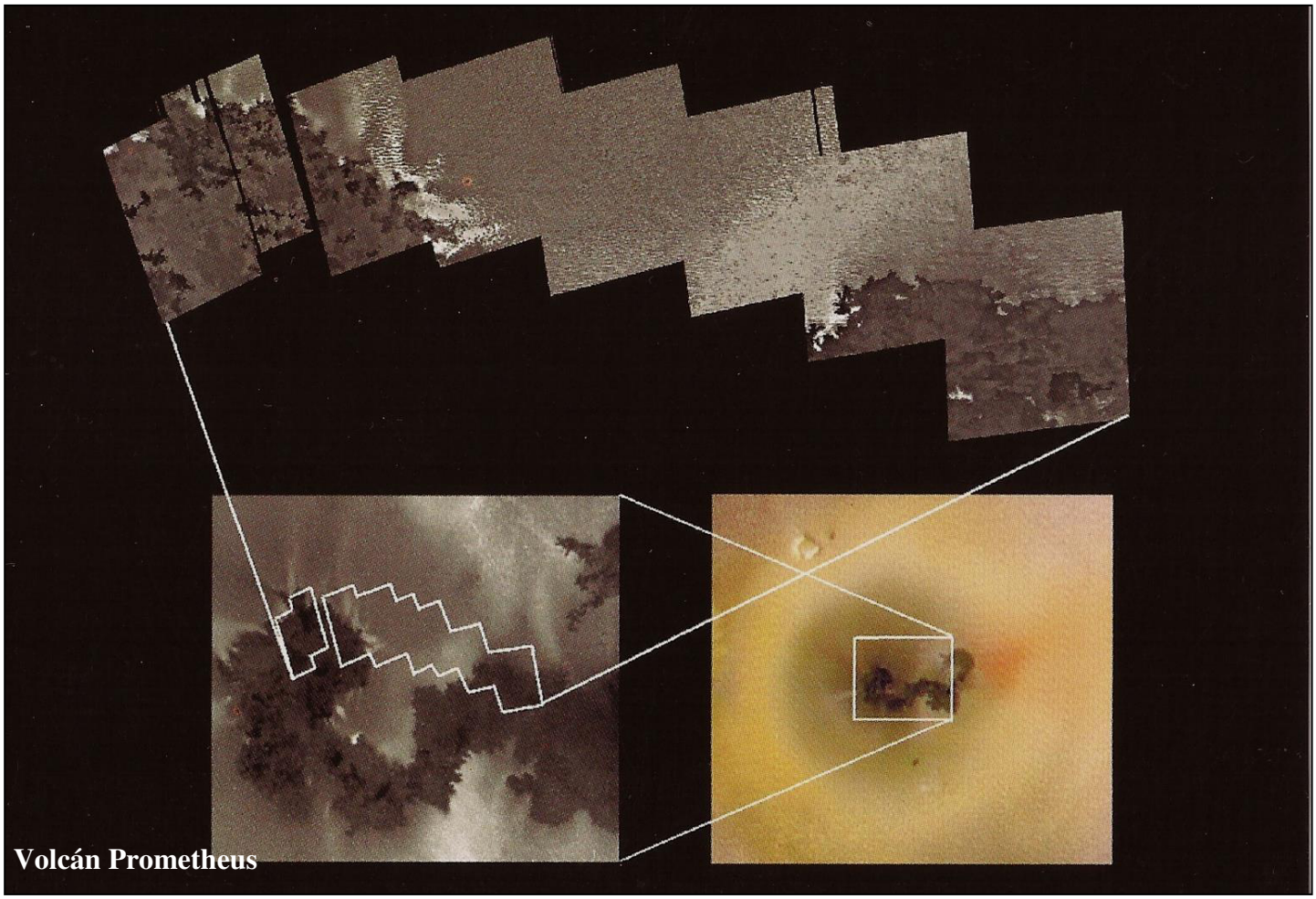




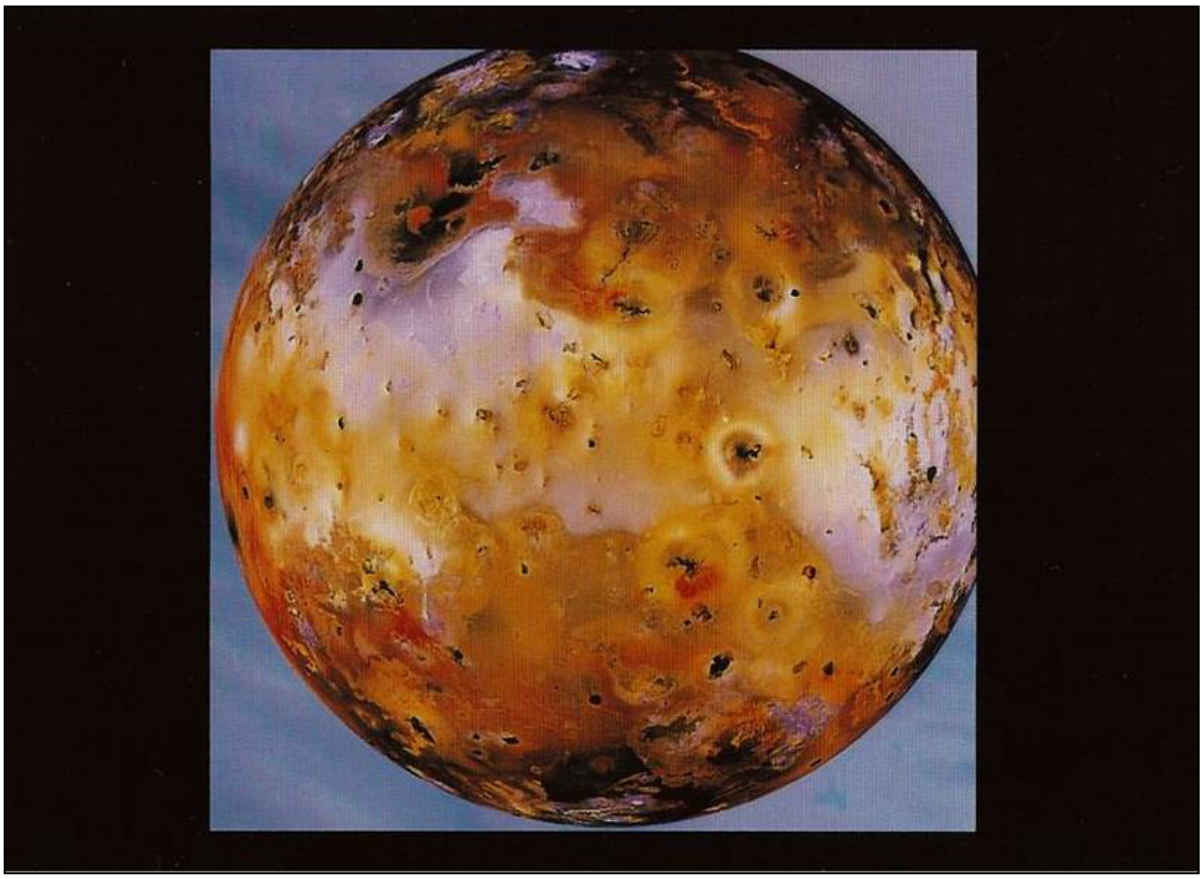


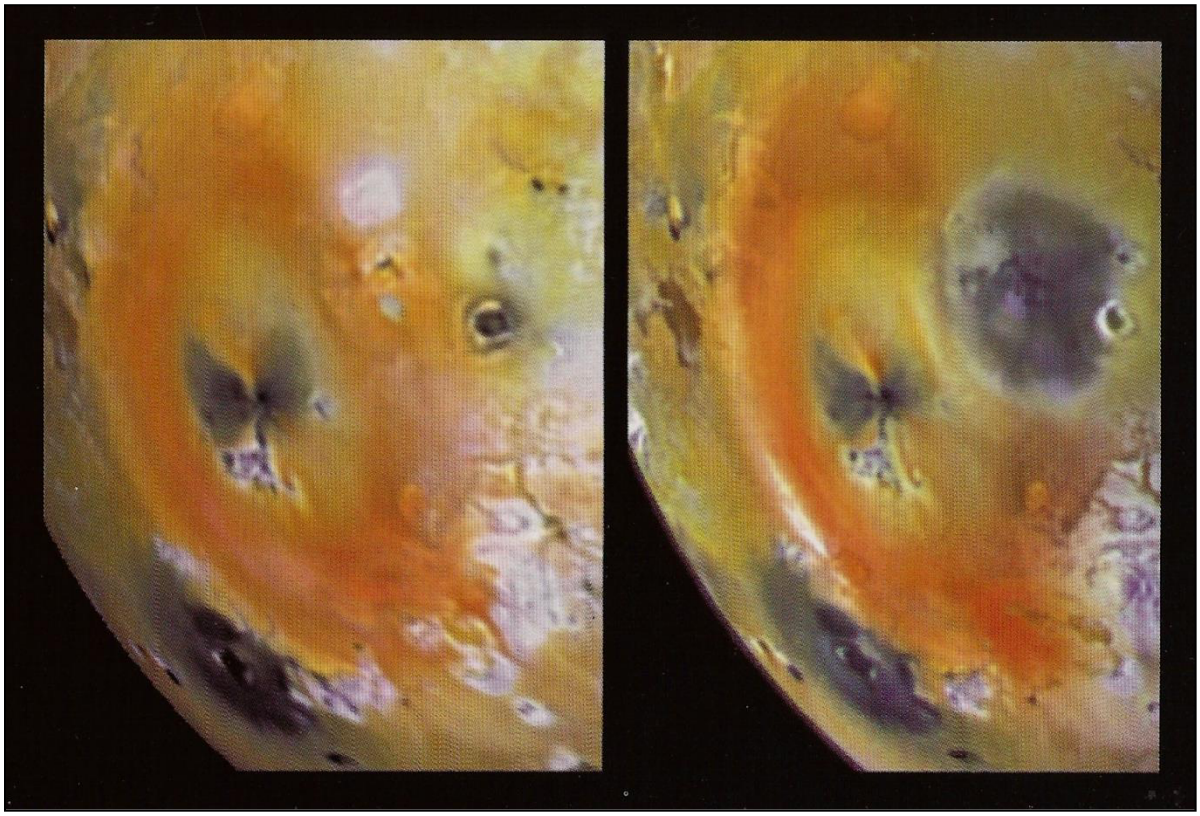
La sonda Galileo sobrevoló Io el día de su llegada, pero con el interés de proteger la grabadora, se renunció a la recopilación de imágenes, solo los instrumentos de campos magnéticos y partículas podían recopilar datos, ya que estos requerían que la grabadora funcionara a velocidades lentas, mientras que la cámara SSI requería que operara a alta velocidad o con paradas abruptas; no se programaron otros encuentros con Io durante la misión principal porque se temía que los altos niveles de radiación cerca de Júpiter dañarían la nave espacial. Sin embargo, se pudo obtener información valiosa; los datos Doppler utilizados para medir el campo gravitacional de Io revelaron que tenía un núcleo de Hierro fundido y sulfuro de Hierro.

Otra oportunidad de observar a Io surgió durante el GEM, cuando la sonda Galileo sobrevoló Io en las órbitas I24 e I25, y volvería a visitar Io durante el GMM, en las órbitas I27, I31, I32 e I33; cuando Galileo se acercó a Io en I24 el 11-10-1999, entró en modo seguro, aparentemente, los electrones de alta energía se habían alterado un poco en un chip de memoria y la nave desactivó todas las funciones no esenciales (normalmente, tomaba de 7 a 10 días diagnosticar y recuperarse de un incidente de modo seguro; esta vez, la sonda se encontraba a 19 hrs antes del encuentro con Io, los técnicos del JPL lograron diagnosticar un problema que nunca antes se había visto y restaurar los sistemas de la nave, si bien, no todas las actividades planeadas pudieron llevarse a cabo, la sonda Galileo pudo obtener una serie de imágenes de alta resolución de los centros de erupción volcánica Pillan Patera, Zamama, Prometheus y Pele.

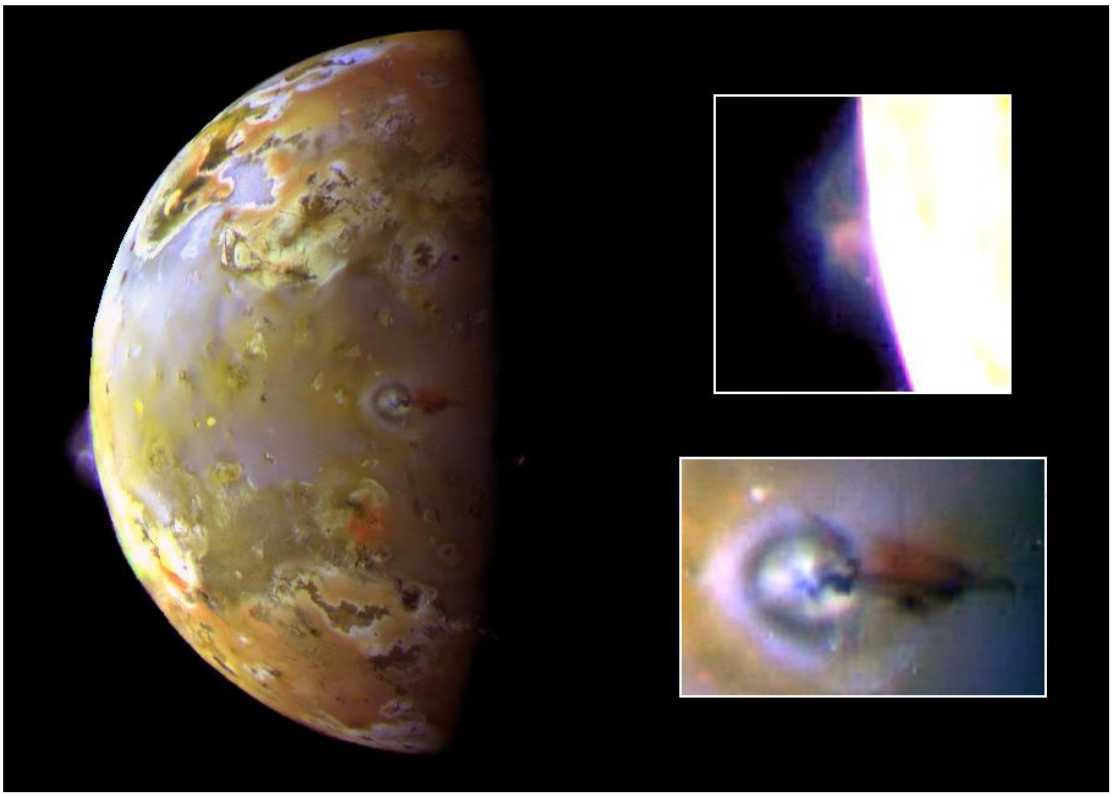


Volcán Prometheus

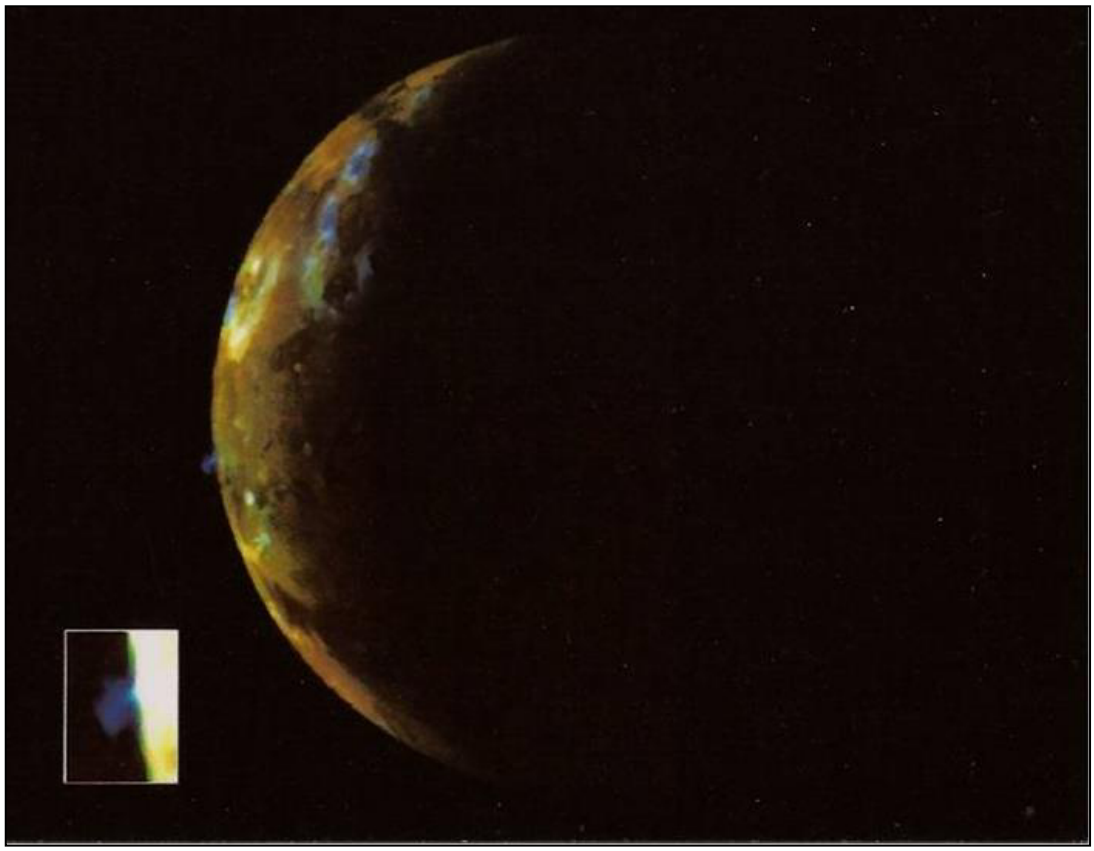


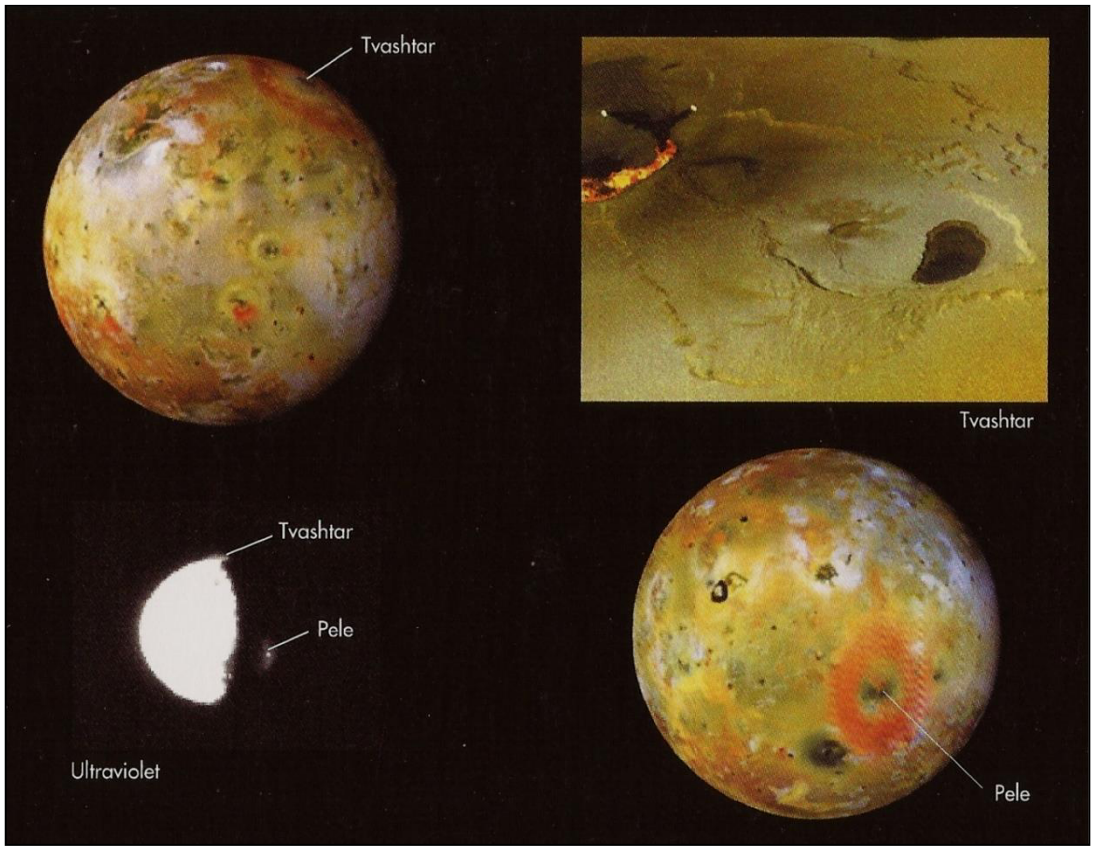


El 25-11-1999, la sonda Galileo sobrevoló Io en la órbita I25, a solo 4 hrs de distancia, la nave volvió a entrar en modo seguro, esta vez, el problema se debió a un parche de software implementado para sacar a Galileo del modo seguro durante I24, afortunadamente, la nave no se había apagado tanto como en I24, y el equipo del JPL pudo volver a ponerla en línea, el sobrevuelo fue muy exitoso, la cámara NIMS y SSI capturaron un volcán en erupción que generó una columna de lava de 32 Km de largo; los incidentes de modo seguro en I24 e I25 dejaron algunas lagunas en los datos, en I27, la sonda pasó a 198 Km sobre la superficie, en este momento, la nave estaba casi a la distancia máxima de la Tierra, y hubo una conjunción solar (un período en el que el Sol bloqueó la línea de visión entre la Tierra y Júpiter) como consecuencia, parte de las observaciones se tomaron durante un período de solo 3 hrs, las imágenes del NIMS revelaron 14 volcanes activos en una región que se creía que contenía solo cuatro, las imágenes del volcán Loki Patera mostraron que en los cuatro meses y medio entre I24 y I27, unos 10000 Km^2 se habían cubierto de lava fresca, una serie de observaciones de UV extrema tuvo que cancelarse debido a otro evento de modo seguro, el evento también provocó una pérdida de tiempo de reproducción de la cinta, pero se decidió transferir algunos datos de Io a la órbita G28 y reproducirlos en ese momento, limitando la cantidad de espacio de cinta disponible para ese encuentro con Ganímedes, considerando los datos de Io más valiosos.



El descubrimiento del núcleo de Hierro de Io planteó la posibilidad de que tuviera un campo magnético, los sobrevuelos I24, I25 e I27 habían tenido lugar en órbitas ecuatoriales, dificultando determinar si Io tenía su propio campo magnético o uno inducido por Júpiter, en consecuencia, en la órbita I31, la sonda Galileo pasa a 200 Km de la superficie del polo N de Io, y en la órbita I32 vuela a 181 Km sobre el polo S, después de estudiar los resultados del magnetómetro, se anunció que Io no tenía un campo magnético intrínseco, lo que significaba que su núcleo de Hierro fundido no tenía las mismas propiedades convectivas que en el de la Tierra, en la órbita I31 Galileo voló a través de la columna de un volcán, previamente desconocido, lo que se suponía que eran cenizas calientes de la erupción volcánica resultaron ser copos de nieve de dióxido de Azufre, cada uno de los cuales constaba de 15 a 20 moléculas agrupadas, el sobrevuelo final de Galileo a Io en la órbita I33 se vio empañado por otro incidente en modo seguro, y aunque el equipo del JPL trabajó para restaurar el funcionamiento de la nave, se perdió gran parte de los datos esperados.




Tvashtar
Tvashtar
Tvashtar
Pele
Ultraviolet
Pele

Compartiendo la pasión por la astronáutica, el espacio y la aviación estamos en

Biblioteca Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial (INDAE), Fuerza Aérea Argentina

Sección Astronáutica LIADA https://sites.google.com/site/seccionastronauticaliada/home

Cometaria https://cometasentrerios.blogspot.com

Argentina en el espacio http://argentinaenelespacio.blogspot.com/

Libros, Revistas, Intereses http://thedoctorwho1967.blogspot.com/

Archivo Histórico de Revistas Argentinas www.ahira.com.ar

Turismo Sideral https://turismo-sideral.com.ar

Estación Vientos del Sur http://vientosdelsurestacion.blogspot.com/

Sociedad Lunar Argentina https://sites.google.com/site/slasociedadlunarargentina/

Noticias

Contenidos astronómicos educativos

Debido a la pandemia mundial de COVID-19, la Sociedad Lunar Argentina (SLA) se ve imposibilitada de hacer observaciones públicas, como también charlas de manera presencial como se hicieron en el año 2019, por ese motivo creó un espacio de contenidos educativos audiovisuales relacionados a estudios lunares, cometas, Sistema Solar, astronáutica, medioambiente, entre otros, en un ciclo de charlas virtuales denominado "Astronomía en Cuarentena" a continuación los enlaces de los mismos para que los puedan disfrutar.

Ciclo "Astronomía en Cuarentena"

Luna

Paseo por la Luna Creciente https://www.youtube.com/watch?v=TNfw6CUSNBc

Observación lunar en directo https://www.youtube.com/watch?v=g71m43tjmKg

Fenómenos lunares transitorios https://www.youtube.com/watch?v=yPMU1OFPd8w

Telescopios

El telescopio, origen y construcción https://www.youtube.com/watch?v=o1iDofcNs6Y

Cometas

Los cometas, viajeros del espacio-tiempo (parte 1) https://www.youtube.com/watch?v=NPr_xj2a3oY

Los cometas, viajeros del espacio-tiempo (parte 2) https://www.youtube.com/watch?v=xihQ0ZWJ17w

Los cometas, viajeros del espacio-tiempo (parte 3) https://www.youtube.com/watch?v=bNENP7xArkM

Aporte científico de la observación visual (parte 1) https://www.youtube.com/watch?v=WFys0yXaJ18

Aporte científico de la observación visual (parte 2) https://www.youtube.com/watch?v=ide1qWEn1Lg

Técnicas observacionales de cometas (parte 1) https://www.youtube.com/watch?v=9ZdF6RGgSuw

Técnicas observacionales de cometas (parte 2) https://www.youtube.com/watch?v=HXqiq-hHHlE

Medioambiente

Los efectos del cambio climático https://www.youtube.com/watch?v=ItyIWTPCPi8

Sistema Solar

Meteorología planetaria https://www.youtube.com/watch?v=pg7rMyoQtf8

Astronáutica

Argentina en el espacio… vía satélite - Nuevos programas tripulados de la NASA y privados

https://www.youtube.com/watch?v=GXT5pMci8r0

Fuentes de información y fotos vertidas en el contenido de esta publicación

Galileo Mission, NASA

Jet Propulsion Laboratory (JPL)

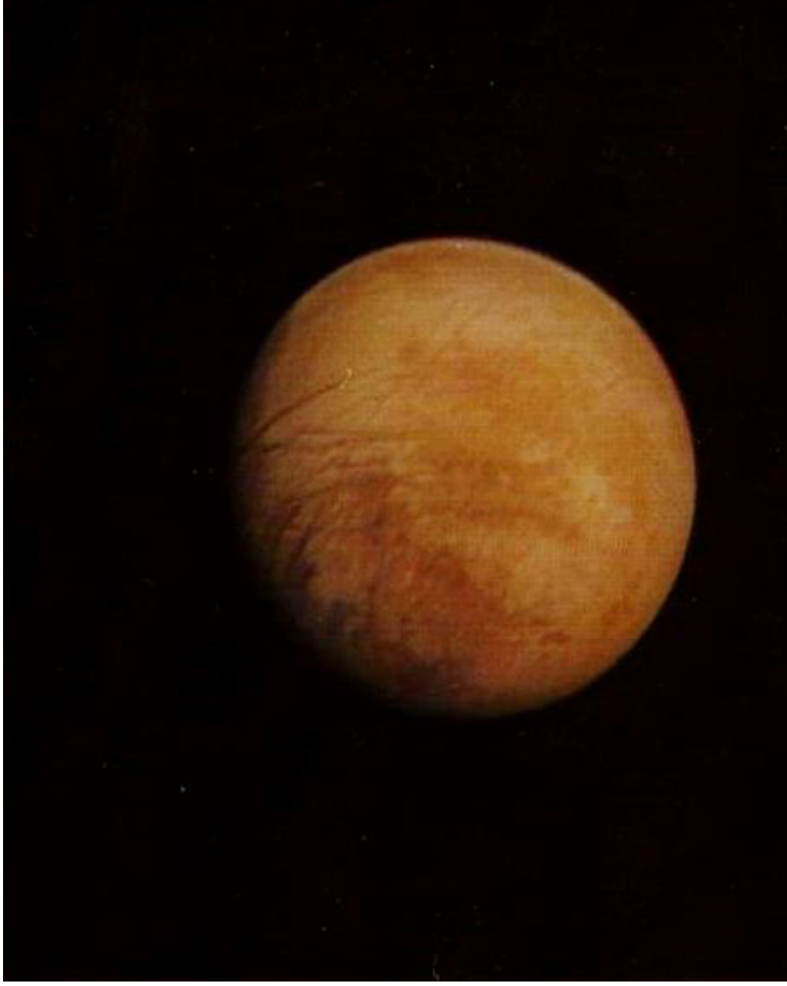
Juno Mission, NASA

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Pioneer Mission, NASA

Voyager Bulletin

Wikipedia



CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL

CAPSULA ESPACIAL

capsula-espacial.blogspot.com